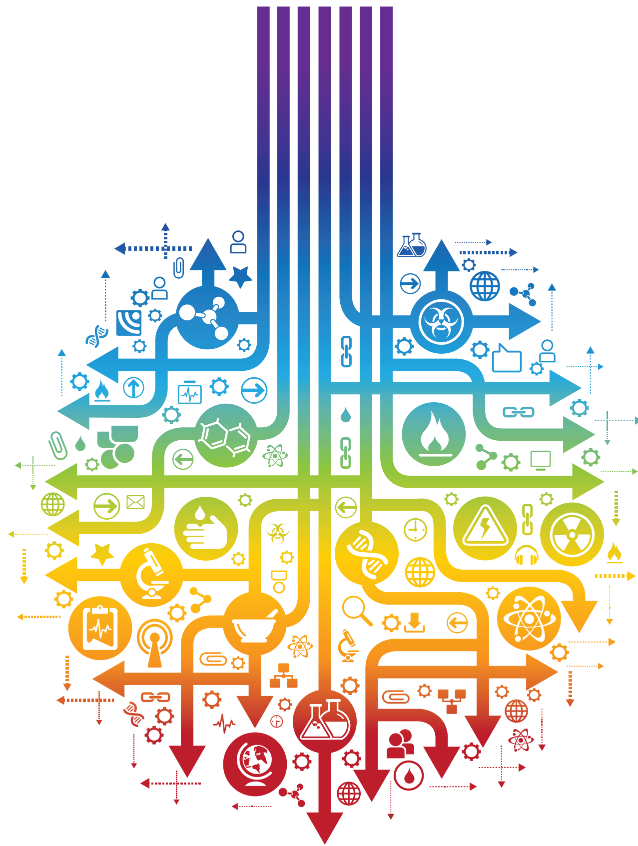


중학교

과학 1

(주)지학사

이 책의 구성과 특징

단원 소개



◀ **대단원**

이 단원에서 배울 내용을 예시하고, 단원과 관련된 과학자를 소개하여 흥미를 가지고 단원을 시작하도록 하였습니다.



중단원 ▶

중단원 내용과 관련된 다양한 사진과 설명을 함께 제시하여 단원에 대한 이해를 높이도록 하였습니다.

스토리텔링



◀ **스토리텔링 소단원(주제) 전개**

생활 속에서 경험할 수 있는 다양한 현상들을 사례와 함께 제시하였고, 이야기식 전개로 학습 내용을 이해하기 쉽게 구성하였습니다.



탐구 ▶

사진과 함께 제시된 각 과정을 꼼꼼하게 살펴보고 직접 탐구하면서 핵심이 되는 개념을 정확하게 파악하도록 하였습니다. 본 탐구 활동을 이해하는 데 도움이 되는 미니 탐구와 발전된 탐구를 통해 문제 해결력을 높였습니다.

재미있는 학습



◀ STEAM

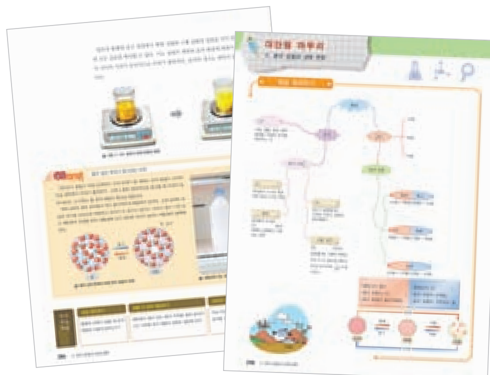
과학은 기술, 공학, 예술, 수학 등의 분야와도 긴밀한 관계를 가지므로 과학의 원리를 실생활 및 다양한 분야에 융합적으로 접근할 수 있도록 구성하였습니다. 또한 과학과 관련된 직업 및 단체, 연구소 등을 소개하여 미래의 과학 관련 진로 계획에 도움이 되도록 하였으며, 과학적인 글쓰기를 통한 창의·인성 계발과 향상에도 도움이 되도록 하였습니다.

풍부한 흥미 요소 ▶

수학 적용하기, 과학 자료실, 클릭! 그때 그 사건, 이미지 사이언스 등 흥미를 유발하고, 호기심을 해결할 수 있는 재미있는 요소들을 곳곳에 제공하여 지루하지 않고 집중도 높은 학습이 이루어지도록 하였습니다.



스스로 학습



◀ 자기 주도 학습

학습한 내용을 소단원별로 개념 확인하기→문제 해결하기→과학과 기술(사회, 생활) 연관 짓기 등을 통해 단계적으로 정리하고, 개념 정리하기를 통해 통합적인 시각에서 정리를 할 수 있도록 하였습니다.



마무리 문제 ▶

다양한 평가 문항을 통해 문제 해결력을 기를 수 있도록 하였고, 실생활과 관련된 과학적 현상에 대하여 탐구적으로 접근할 수 있는 길잡이 역할을 하였습니다. 또한 창의·인성 함양에도 도움이 되도록 하였습니다.

차 / 례 /



I 과학이란?

II 지구계와 지권의 변화





III 힘과 운동

IV 광합성



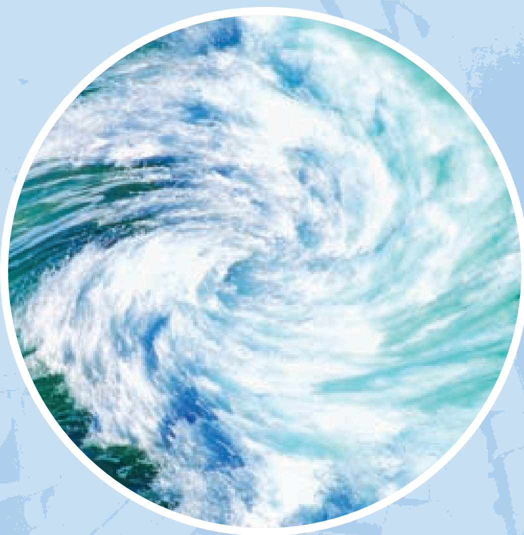


V 열과 우리 생활

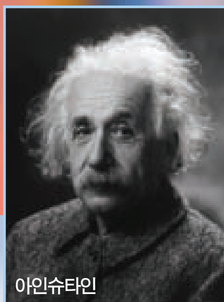


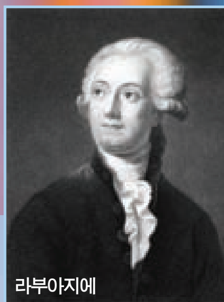
VI 분자 운동과 상태 변화

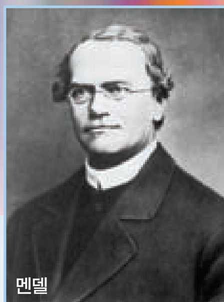
VII 수권의 구성과 순환



부록


아인슈타인


라부아지에


멘델


허블

"지식보다 중요한 것은 상상력이다." - 아인슈타인

"자연은 모든 종류의 물질이 합성되고 분해되는 거대한 화학 실험실이라고 생각한다." - 라부아지에

"실험의 가치와 효용성은 소재가 목적에 부합했는지의 여부에 따라 결정된다. 그래서 어떤 식물이 실험에 사용되었으며, 어떠한 방법으로 실험이 진행됐는가 하는 것은 단순히 넘겨 버릴 일이 아니다." - 멘델

"은하들이 비어 있는 우주를 채우기 위해 팽창하는 것이 아니라 우주 자체가 모든 방향으로, 균일하게, 밖으로 뻗어 나가고 있는 것이다." - 허블

인류가 탄생한 이래 과학자들은 과학을 통해 자연 현상을 규명해 왔다. 이처럼 자연의 이치를 규명하려는 과학자들의 노력이 있었기 때문에 과학이 발달할 수 있었다. 과학자들은 대수롭지 않은 자연 현상에 대해서도 호기심을 갖고 날카롭게 관찰하고 탐구한다. 지금도 많은 과학자들은 과학적 근거를 바탕으로 자연의 수수께끼를 풀기 위해 끊임없이 자연을 탐구하며 노력하고 있다.



I 과학이란?

❖ 이 단원에서는

의식주에서부터 자연 현상, 경제, 교육, 정치에 이르기까지 세상의 모든 것들은 과학과 밀접하게 관련되어 있다. 오늘날의 과학은 생산과 통신, 의료 등 다양한 분야에서 눈부시게 발전해 왔고, 지금 이 순간에도 발전을 거듭하고 있다.

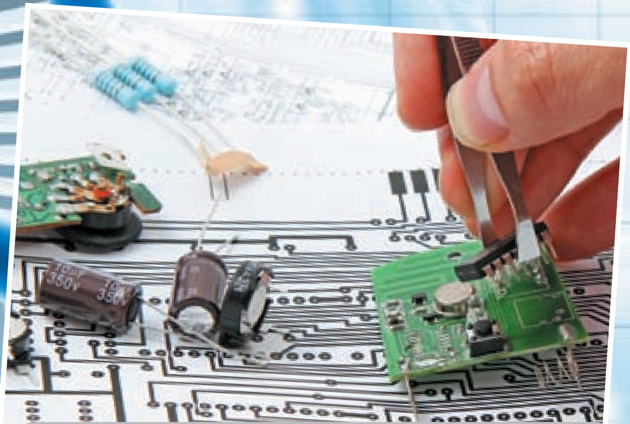
이 단원에서는 과학의 정의를 알고, 우리 생활과 밀접한 사례를 통해 과학의 유용성을 알아보자. 또한 과학과 관련된 직업에는 어떤 것들이 있는지 살펴보고, 과학이 우리 생활에 미치는 영향을 알아보자.

» 단원 미리 보기

과학이란?

1-1 과학과 과학자 | 1-2 과학의 발달과 생활



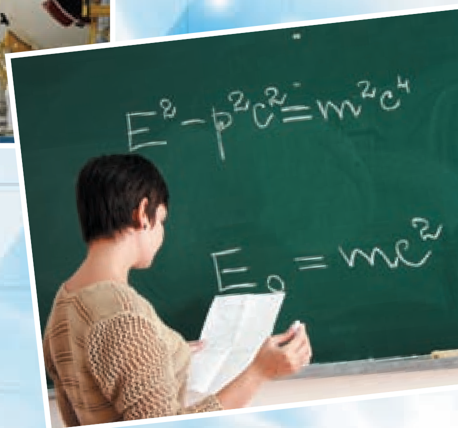


과학

우리 생활 속에서 편리하게 사용하는 휴대 전화, 컴퓨터, 교통 카드 등에는 과학적 원리가 숨어 있다. 과학이란 무엇일까?





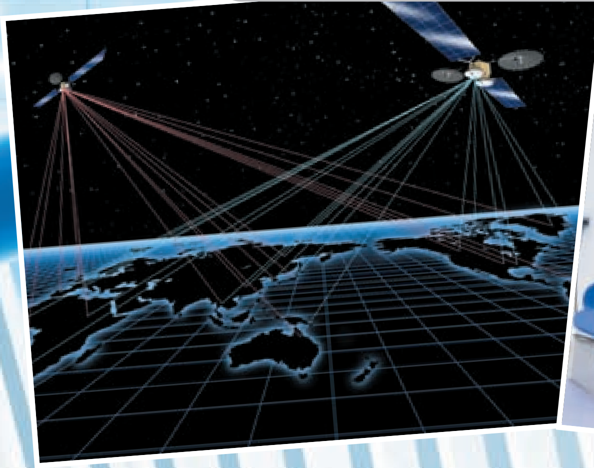


과학은 인간 수명 연장의 꿈을 실현시켰으며, 편리한 생활과 물질적 풍요를 가져왔다. 또한 과학은 정치, 경제, 사회, 문화, 교육 등 모든 분야에 걸쳐 막대한 영향을 미치고 있다. 이에 따라 지구 상의 모든 국가들은 경쟁적으로 과학과 기술을 개발하기 위해 부단한 노력을 기울이고 있으며, 과학과 기술의 발달은 한 나라의 국력으로 나타난다. 우리의 환경을 지속 가능하게 보전하기 위해 과학과 기술은 어떤 방향으로 발전되어야 할까?



과학과 생활

과학이 가져다준 혜택 속에서 우리는 풍요와 편리함을 누리고 있다. 과학이 우리에게 가져다준 혜택은 무엇일까?



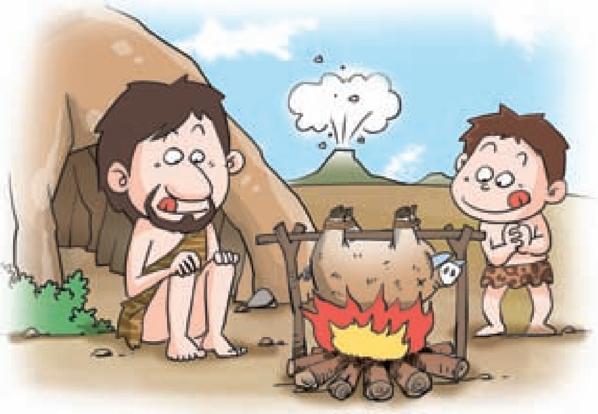




과학과 직업

과학과 기술의 발달은 꿈에 그리던 우주여행을 가능하게 해 주었다. 우주여행을 실현시킨 사람들은 누구일까? 또한 과학과 관련된 직업에는 어떤 것들이 있을까?

1-1 과학과 과학자



선사 시대의 인류는 동굴에서 생활하면서 화톳불을 지폈고, 맨발로 걸어 다녔다. 오늘날 우리는 안락한 집에서 가스레인지를 사용하고, 자동차를 이용하여 이동한다. 이와 같이 우리의 생활이 편리해진 이유는 무엇일까?



학습 목표

- 과학이 무엇인지 말할 수 있다.
- 과학과 관련된 직업에는 무엇이 있는지 설명할 수 있다.

선사 시대 이후의 유물과 유적을 통해 과학은 이미 오래전부터 발전해 왔음을 알 수 있다. 과학은 인류의 문명을 발전시키는 데 크게 이바지하였고, 우리는 오늘날 과학의 혜택을 받아 편리한 생활을 누리고 있다. 이러한 일을 가능하게 해 주는 과학이란 무엇일까?

과학

자연 현상의 이치와 규칙성을 발견하는 과정과 함께 이러한 과정으로부터 체계적으로 형성된 지식을 **과학**이라고 한다.

특히 자연에서 일어나는 현상에 강한 호기심을 보이고, 대부분의 사람들이 대수롭지 않게 여기는 현상도 날카로운 관찰과 시선으로 탐구하는 과학자들이 있었기에 과학은 더욱 발전할 수 있었다.



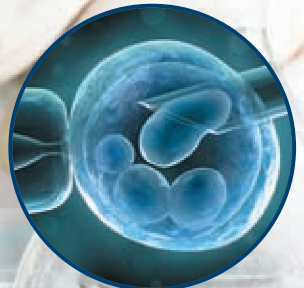
우주 탐구



지진파 탐구



미세 물질 탐구

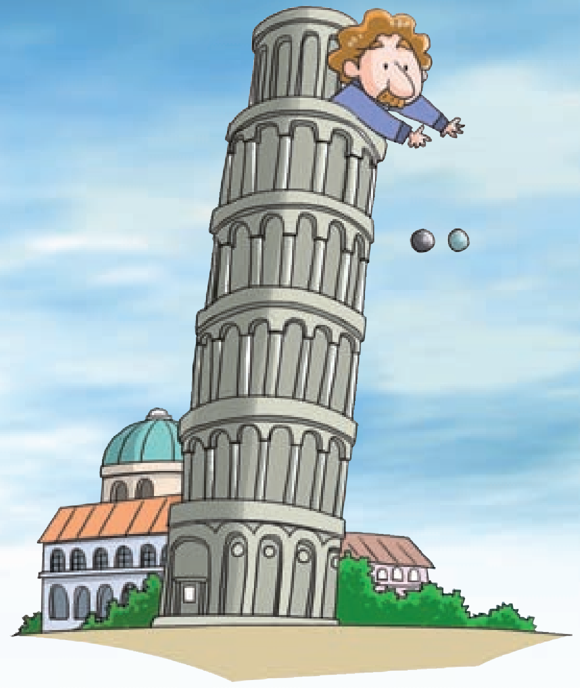


생명 과학 탐구

그림 I-1 과학의 탐구 활동

갈릴레이는 '무거운 물체는 가벼운 물체보다 낙하 속도가 빠르다.' 라는 아리스토텔레스의 주장에 이의를 제기하면서 '지표면 위에서는 같은 높이에서 떨어뜨린 같은 크기의 물체는 질량에 관계없이 동시에 떨어진다.' 라고 주장하였다. 이 사실은 피사의 사탑에서 모양이 같고 질량이 다른 두 물체를 떨어뜨리는 실험을 통해 증명되기도 하였다.

갈릴레이는 기존의 이론을 그대로 받아들이지 않고 스스로 질문하고 생각하는 비판적 사고력을 가졌기에 과학적 원리를 발견할 수 있었다.

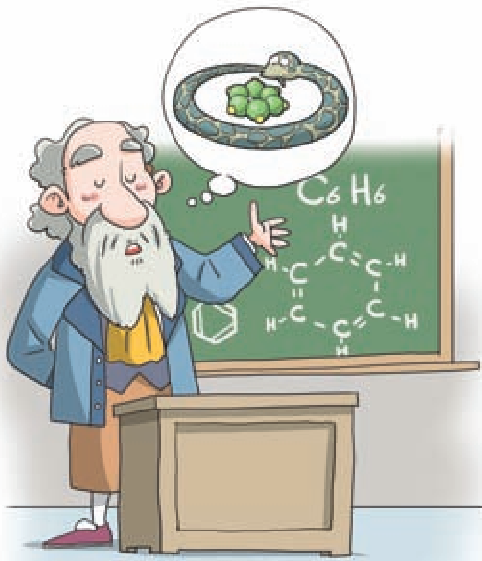


파스퇴르는 콜레라에 걸린 닭으로 실험을 하던 중 실험 보조원에게 배양한 콜레라균을 닭들에게 접종할 것을 지시하였는데, 실험 보조원은 이를 잊고 있다가 한 달 뒤에 주사했다. 그 때문에 독성이 약해진 콜레라균이 닭들에게 접종되었다.

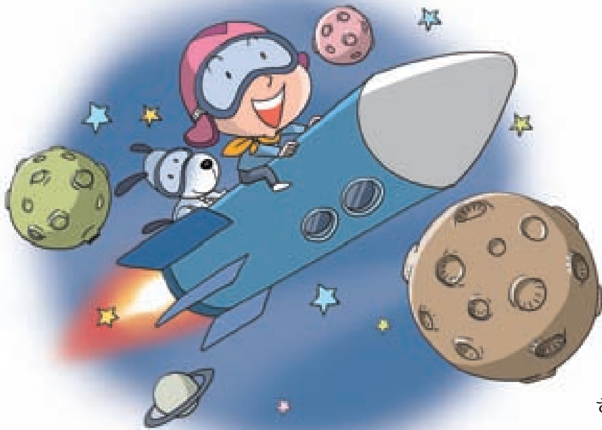
그로부터 며칠이 지났지만 닭들은 죽지 않았고, 오히려 콜레라균에 대한 저항력을 갖게 되었다. 파스퇴르는 새로운 무리의 닭에게 독성이 약해진 콜레라균과 새로 배양한 콜레라균을 각각 접종하였다. 그 결과 독성이 약해진 콜레라균을 접종한 닭들은 살았지만, 새로 배양한 콜레라균을 접종한 닭들은 모두 죽었다. 파스퇴르는 질병을 일으키는 콜레라균을 약하게 만들어 주사하면 생명체의 기억 세포가 항체를 형성해 콜레라에 대한 면역력을 가짐으로써 질병을 예방할 수 있을 것이라고 가정했다. 결국 그의 가정이 옳았고, 오랜 연구 끝에 백신이 개발되었다.

'나는 과학을 위해 살았다.' 라고 말한 파스퇴르는 사소한 사건도 그냥 넘기지 않고 끊임없는 연구를 계속함으로써 많은 사람들을 질병으로부터 구해내었다.





케쿨레는 탄소 원자들이 결합하는 방식에 대해 고민하다가 잠이 들었는데, 꿈속에서 탄소 원자들이 튀어오르며 결합하는 꿈을 꾸고 탄소가 다른 원자들과 결합하는 방식에 대한 영감을 얻을 수 있었다. 그 후에도 뱀 한 마리가 자기의 꼬리를 물고 눈앞에서 빙글빙글 도는 꿈을 꾸었는데, 그 꿈을 통해 벤젠 분자는 직선으로 연결된 사슬 구조가 아니라 고리 구조가 될 수 있다는 영감을 얻을 수 있었다. 사소한 꿈일 수도 있었으나 케쿨레는 꿈에서 받은 영감을 바탕으로 온 힘을 다해 연구하였기에 현대 화학의 새 문을 열 수 있었다.



고더드는 어린 시절 몸이 허약해 병상에 누워 공상하는 시간이 많았다. 그는 병상에 누워 과학 소설 '우주 전쟁'을 읽으며 "우주를 날아 화성에 갈 수 있는 장치를 만들면 얼마나 좋을까?"라고 생각하였다.

오랜 시간이 지난 후 병상에 누워 공상하던 소년은 현대 로켓 공학의 아버지라고 불리는 위대한 과학자가 되어 있었다.

그는 "불가능이 무엇인지를 설명하는 것은 어려운 일이다. 왜냐하면 어제의 꿈은 오늘의 희망이며, 내일의 현실이 될 수 있기 때문이다."라고 말했다. 공상을 현실로 만든 고더드의 실험 정신이 인류를 우주로 이끌 수 있었다.

이처럼 과학의 발전은 사소한 일도 그냥 지나치지 않는 뛰어난 관찰력과 창의력, 실험 정신, 이론에 대해 스스로 질문하고 생각하는 비판적 사고력과 집중력, 분석력 등에 바탕을 둔다.

현재에도 과학과 기술은 많은 과학자들의 활동에 의해 계속 발달하고 있으며, 이는 인류 문명의 발전에 크게 기여하고 있다.



과학과 직업

과학자라고 하면 흰 실험복을 입고 실험실에서 일하는 사람을 떠올리게 된다. 그러나 과학자가 항상 실험복을 입고 실험실에서 일하는 것은 아니다. **과학자**는 전문적인 과학 지식과 고도의 탐구 능력을 가지고 과학적 탐구 활동을 하는 사람을 모두 말한다.

그렇다면 과학과 관련된 직업에는 무엇이 있으며, 과학자들은 어떤 일을 할까?

탐구 활동 | 과학과 관련된 직업 조사하기 | 조사

목·표

과학과 관련된 직업을 설명할 수 있다.

과정

영화나 드라마에서는 과학과 관련된 직업을 가진 인물들이 많이 등장한다. 과학과 관련된 직업에는 무엇이 있는지 인터넷이나 서적을 통해 조사해 본다.





결과 창의·인성

1 위 과정에서 정리한 직업 중 한 가지를 골라 어떤 일을 하는지 조사해 보자.

2 결과 1 에서 선택한 직업을 갖기 위해서는 어떤 노력을 해야 하는지 조사해 보자.

과학과 관련된 직업을 가진 사람들은 일반적으로 전문 분야에서 일하며 현대 사회에서 매우 중요한 역할을 담당하고 있다.

반도체, 전자, 원자력 등과 관련된 일을 하는 사람들은 가장 근본적인 과학 원리와 논리적 사고에 입각하여 자연에 존재하는 여러 가지 현상을 합리적으로 설명하거나 예측한다. 이들은 현대의 자연 과학 및 공학의 기초를 제공하고, 차세대 최첨단 산업 기술의 획기적인 발전을 주도하고 있다.

정밀 화학, 신소재, 신약 개발 등에 관련된 일을 하는 사람들은 물질의 구조, 성질, 변화 그리고 생명 현상을 분자 수준에서 이해하고, 원자에서부터 생명체에 이르기까지 매우 광범위한 분야를 연구한다.

생태학, 환경 생물학, 유전 공학 등에 관련된 일을 하는 사람들은 동물 및 세포 등의 생명 현상 연구에 힘쓰고 있다. 이들은 인류의 생존에 관한 학문을 연구함으로써 국가와 사회 그리고 인류의 생태학적 문제를 해결하고 있다.

지구 물질 및 환경 지질, 항공 우주 등에 관련된 일을 하는 사람들은 지구의 구성 물질과 분포 상태, 지구의 구조 등을 연구함으로써 지구의 역사와 진화 과정을 밝히고 지구의 환경을 이용함과 동시에 지구를 보존하는 데 선두적인 역할을 수행하고 있다. 또한 광활한 우주에서 일어나는 자연 현상을 관측하고 이론적인 연구를 통하여 우주를 연구한다.

이와 같이 과학과 관련된 직업을 가진 사람들은 풍부한 과학 지식을 가지고 끊임없이 자연을 탐구하며, 과학과 인류 문명의 발전이라는 공동의 목표 아래 각 분야에서 힘쓰고 있다.

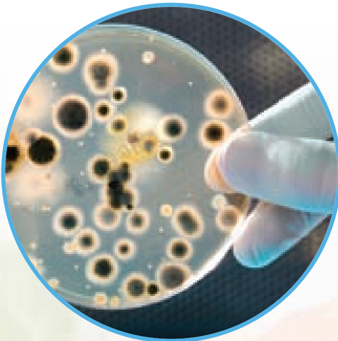


그림 Ⅰ-2 미생물 연구



그림 Ⅰ-3 원자력 발전



그림 Ⅰ-4 우주 개발

과학과 기술의 발달로 직업은 매우 빠른 속도로 변화하고 있다. 즉, 과학과 기술의 발전에 따라 수많은 직업들이 사라지기도 하고 새로 생겨나기도 한다. 이에 따른 직업의 종류도 매우 다양해져 우리의 상상력은 직업의 변화 속도를 따라가지 못한다.

미래학자들은 현재의 직업 중 20~30 %가 25년 전에는 없었던 것이며, 앞으로 25년 후에는 현재 존재하는 직업의 절반이 사라질 것이라고 예측한다.

과학과 관련된 직업의 변화 정도가 빨라지면서 국경 없는 무한 경쟁으로 전 세계라는 단일 시장에서 더욱 광범위한 경제 활동이 이루어지고 있다. 또한 의학 기술의 발달에 따른 고령화 사회 진입은 직업의 종류와 체계에 더욱 큰 영향을 미치고 있다. 이러한 변화에 발맞추어 자신에게 적합한 직업을 미리 생각해 본다면 장차 흥미와 적성에 맞는 직업을 선택하는 데 큰 도움이 될 것이다.

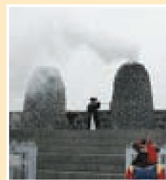
과학 자료실 과학과 기술 발달에 따른 직업의 변천



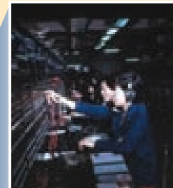
과학과 기술이 발전하면서 사라진 직업이 있는가 하면 새로운 직업이 생기기도 한다.

옛날에는 파발이나 봉화를 통해 정보를 전달했다. 근대에는 전화기의 발달로 전화 통화에 관한 교환 업무 처리를 돕는 전화 교환원이 있었다. 그러나 오늘날에는 전화 교환원이라는 직업이 사라졌고, 통신 위성의 발달로 통신·방송 위성에 관련된 제조업, 위성 통신 공학 기술자 등의 직업이 생겼다.

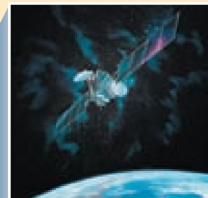
교통수단 역시 옛날에는 가축이나 인력을 이용했으나, 근대에는 공업 기술과 산업 기술의 발달로 증기 기관차, 항공기 등이 등장했다. 또한 현대에는 우주여행이 실현됨에 따라 우주 센터 발사 지휘 통제원, 발사체 기술 연구원 등의 직업이 나타났다.



봉수대



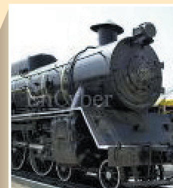
수동식 전화 교환기



위성 통신



인력거



증기 기관차



우주 발사체

직업의 변천

자기 주도 학습

개념 확인하기

과학과 기술의 발전은 자연 현상에 대한 어떤 태도에서 출발하는가?

과학과 직업 연관 짓기

과학과 관련된 직업의 변천을 생각해 보고, 미래의 과학 기술과 관련된 직업의 종류를 예상해 보자.

1-2 과학의 발달과 생활

인류가 달에 첫발을 내디디면서 옛날 사람들이 생각하던 계수나무와 토끼 이야기는 전설로 남게 되었고, 달에 대한 탐사와 연구를 통해 우리는 여러 가지 새로운 지식을 얻게 되었다. 또한 이러한 과정을 통해 얻은 과학 지식들은 위성 통신과 같은 새로운 기술의 발전을 가져왔으며, 일상생활에도 많은 변화를 가져왔다. 과학 지식에 의한 일상생활의 변화에는 어떤 것들이 있을까?



학습 목표

- 과학의 발달과 과학 기술이 우리 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

과학의 발달

고대부터 과학과 기술의 발달은 인류 문명의 발전에 크게 이바지해 왔으며, 지금까지 계속 이어지고 있다.

나일 강의 홍수와 범람은 고대 이집트의 농경 문화 발전에 큰 영향을 미쳤다. 씨를 뿌리는 시기, 열매를 거두는 시기를 정하기 위해서는 비가 많이 오는 시기를 정확히 아는 것이 필요했고, 이 과정에서 태양력을 처음 사용하였다. 고대 로마의 카이사르는 태양력을 개량하여 유럽 전역으로 전파하였다.

2세기 초에 중국에서 발명된 종이는 10세기경 이집트에 전파되었고, 11세기경에는 지중해 지역에 전파되었다.

105년 종이 발명 (중국, 채륜)

1086년 나침반 발명 (중국)

1372년 금속 활자 발명 (한국)

1543년 지동설 발표 (폴란드, 코페르니쿠스)

1610년 망원경으로 천체 관측 (이탈리아, 갈릴레이)

1619년 케플러 법칙 발표 (독일, 케플러)

1687년 만유인력 법칙 발표 (영국, 뉴턴)

우리나라에서는 고려 시대인 13세기에 금속 활자를 사용했으며, 유럽에서는 15세기 중엽에 금속 활자가 발명되어 많은 사람들이 과학 지식을 접하는 데 큰 도움을 주었다.

16세기에 코페르니쿠스는 태양 중심설(지동설)을 주장하여 1,500년 가까이 유럽을 지배해 온 지구 중심설(천동설)을 부정하는 계기를 마련하였다. 17세기 초에 갈릴레이는 천체 망원경을 제작하여 여러 관측 사실을 근거로 지동설을 뒷받침하였으며, 관찰과 실험을 통하여 가설을 증명함으로써 근대적인 과학의 기틀을 다졌다.

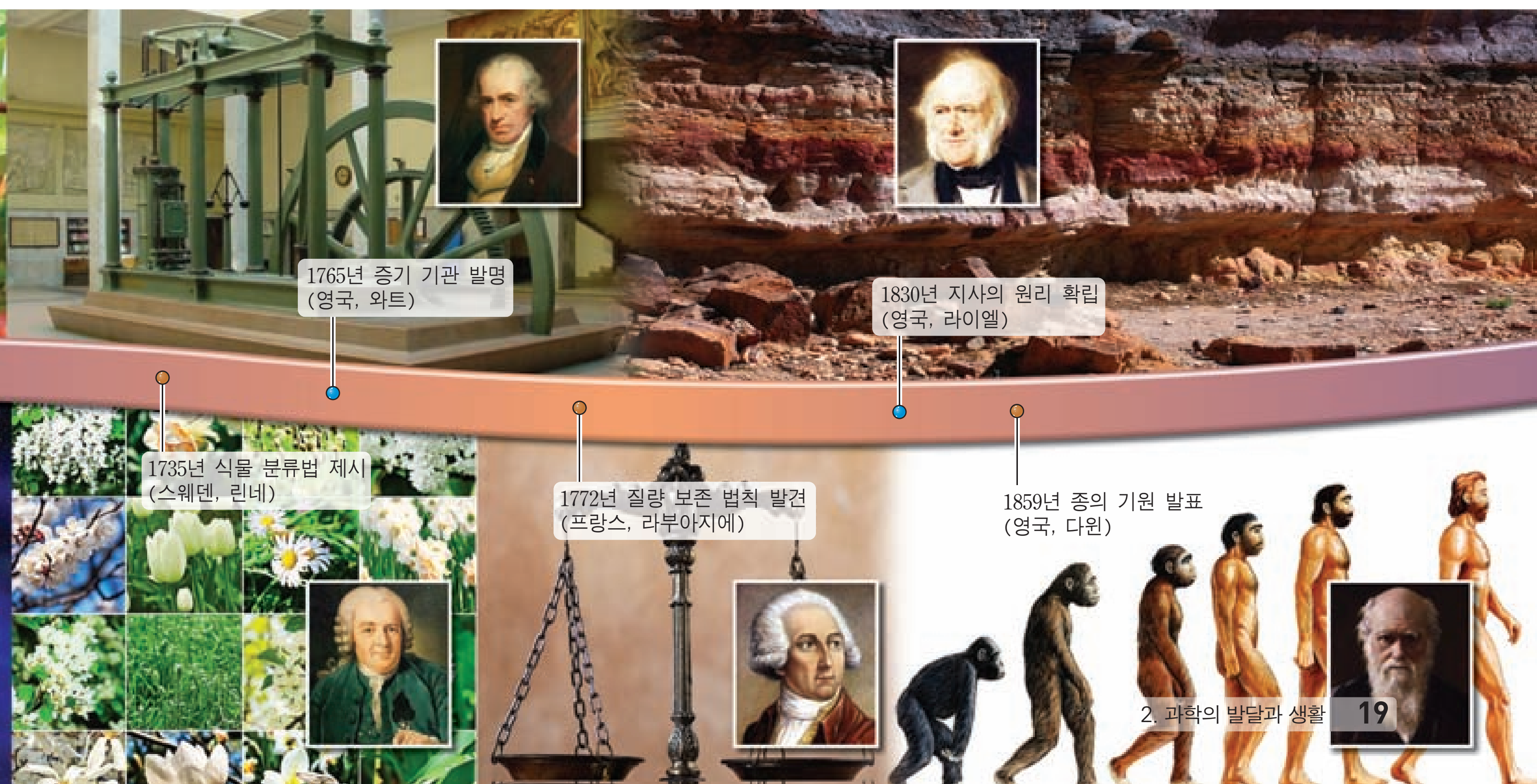
태양 중심설(지동설)과 지구 중심설(천동설)
지동설은 태양을 중심으로 행성들이 공전한다는 이론이고, 천동설은 지구를 중심으로 천체들이 공전한다는 이론이다.

또한 이 시기에는 중국으로부터 들어온 나침반을 이용하여 콜럼버스와 마젤란과 같은 탐험가들이 활동하였다. 비슷한 시기에 케플러는 행성 운동에 관한 법칙을 발표하여 뉴턴이 물체의 운동에 대한 법칙을 정립하는 데 안내자 역할을 하였다.

1765년에 발명된 증기 기관을 원동력으로 하는 공장들이 세워져 사람 대신 기계를 이용하여 물건을 생산하는 산업 혁명기를 맞았다. 이 시기에 린네는 생물 분류 체계를 확립하였고, 라부아지에는 새로운 연소 이론을 제기하고 질량 보존 법칙을 확립하여 화학 혁명을 이끌었다.

19세기에 라이엘은 지사의 원리를 정립하였는데, 이 원리는 다윈의 진화론에 결정적인 영향을 주게 되었다. 코페르니쿠스의 지동설 이후로 다윈의 진화론은 종교뿐만 아니라 사회 전반에 큰 영향을 미쳤으며, 오늘날까지도 꾸준히 논쟁을 일으키고 있다.

지사의 원리
지구 변화는 현재와 같은 동일한 속도를 가지고 점진적으로 일어난다는 이론



19세기 이후 과학은 눈부신 발달을 거듭하여 다양한 기술로 응용되어 인간 생활에 폭넓게 이용되었다. 전화와 무선 통신의 발달, 자동차와 비행기의 발명, 라디오와 텔레비전 방송 등은 과학과 기술의 발달이 가져온 것들이다.

20세기 들어 최초의 전자식 컴퓨터인 에니악(ENIAC)이 발명된 이후로 컴퓨터 공학은 인류의 삶 자체에 지대한 공헌을 하였다. 그리고 1957년 러시아에서는 최초의 인공위성인 스푸트니크 1호를 발사하여 우주를 향한 첫걸음을 내딛었으며, 1969년에 미국의 아폴로 11호는 인류 최초로 달에 착륙하는 쾌거를 이루었다.

20세기 중반 이후에는 유전 공학이 크게 발달했다. 1953년에 왓슨과 크릭에 의해 DNA가 2중 나선 구조임이 밝혀졌으며, 1978년에는 시험관에서 수정한 아기가 태어났다. 1996년에는 복제 양 돌리가 탄생하여 유전에 관한 생각에 근본적인 변화를 가져왔다. 또한 2003년에는 인간 유전자 지도가 완성되는 등 지금도 유전 공학은 각종 논란에도 불구하고 유전자 치료 등의 목적을 위해 다양한 연구가 이루어지고 있다.

현대의 과학과 기술의 발달은 전통적인 산업 분야는 물론이고 국가나 인류 전체의 미래를 결정할 수 있는 첨단 산업의 발전을 가져오고 있다.



전 세계의 모든 국가들이 우주 개발에 참여하지 못하는 이유는 무엇일까?

1946년 전자식 컴퓨터 에니악(ENIAC) 발명

1953년 DNA 구조 발견 (미국, 영국)

1957년 스푸트니크 1호 발사 (러시아)

1969년 아폴로 11호 달 착륙 (미국)

1978년 시험관 아기 탄생 (영국)

1996년 복제 양 돌리 탄생 (영국)



과학과 기술의 발전은 우리의 일상생활뿐만 아니라 우리의 삶의 전체를 바꾸어 놓고 있다. 개인이 창안해 낸 작은 발명품이 세계인들에게 환호를 받을 뿐만 아니라, 특정한 과학과 기술을 가진 나라는 이를 이용하여 큰 이익을 얻을 수 있게 된 것이다.

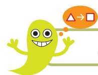
이와 같은 과학과 기술의 발달이 우리 생활에 미치는 영향은 어느 정도일까?



탐구 활동 과학과 기술이 우리 생활에 미치는 영향 조사

목·표

과학과 기술이 우리 생활에 미치는 영향에 대해 설명할 수 있다.

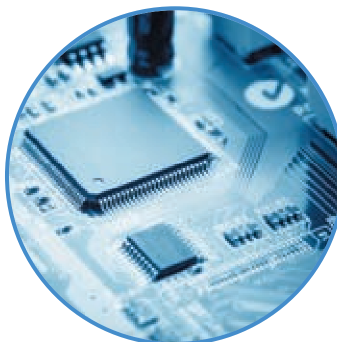


과정

다음은 과학과 기술의 발달로 발명된 것들이다. 이러한 발명품들이 우리의 삶에 어떤 영향을 미치고 있는지 알아본다.



전구



반도체



인터넷



결과 창의·인성

1 우리의 삶에 많은 영향을 미치고 있는 발명품에는 어떤 것들이 더 있는지 조사해 보자.

2 결과 1에서 조사한 발명품 중 세 가지를 선택하여 이들이 우리의 삶에 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 생각해 보자. 또한 부정적인 영향을 막기 위해 우리가 가져야 할 태도에 대하여 토의해 보자.



과학과 기술의 발전에 따른 삶의 변화

미국의 발명가 에디슨이 1879년에 전구를 개발한 이후 전구는 우리의 생활 자체를 바꾸어 놓았다. 빛을 낼 수 있는 도구가 없었던 시대에는 해가 지면 사람들은 야외 활동에 큰 제약을 받았다. 그러나 전구가 등장하면서 사람들이 잠자리에 드는 시각이 늦어졌고, 활동할 수 있는 시간이 더욱 길어졌다. 이에 따라 생산과 소비 활동이 증가하여 경제가 더욱 활성화되었다.

반도체의 개발은 컴퓨터와 같은 수많은 정보 통신 기기들을 탄생시키는 데 결정적인 역할을 하였다. 반도체는 전기를 잘 통하는 물질과 잘 통하지 않는 물질의 중간 성격을 가진 물질이다. 이러한 특징을 가진 반도체는 컴퓨터나 신용 카드 등과 같은 제품에 사용된다.

산업 혁명 이후 과학의 여러 분야 가운데 의약품과 의료 기술 분야 또한 크게 발달하였다. 항생제와 백신의 개발은 질병에 대한 예방과 효과적인 치료가 가능하게 만들었다.



그림 Ⅰ-5 컴퓨터



그림 Ⅰ-6 신용 카드 IC 칩



그림 Ⅰ-7 휴대용 저장 장치



그림 Ⅰ-8 백신



그림 Ⅰ-9 자기 공명 영상 장치



그림 Ⅰ-10 품종 개량



그림 Ⅰ-11 인터넷



그림 Ⅰ-12 현미경

최근에는 자기 공명 영상(MRI) 장치나 다양한 종류의 수술 장비들이 개발되어 더욱 많은 환자들의 생명을 구하는 데 사용되고 있다.

우리들이 먹는 쌀을 비롯한 수많은 채소와 곡식, 과일 역시 과학과 기술을 통해 그 품질을 향상시켜 왔다. 쌀의 경우 낟알의 개수를 늘리고, 병충해에 대한 내성을 증가시키며, 밥맛을 좋게 하는 등의 다양한 품종이 개발되었다. 또한 과일의 겉모습을 아름답게 만들고 병충해를 방지하며, 한층 더 달고 맛있는 과일을 수확하기 위한 노력들이 지금도 계속되고 있다. 이러한 개량 기술과 온실의 개발로 우리는 항상 신선한 채소와 과일들을 먹을 수 있게 되었다.

이외에도 전화와 인터넷의 발달로 멀리 떨어진 사람과의 의사소통이 편리해졌고 손쉬운 정보 검색이 가능하게 되었다. 렌즈의 개발은 안경과 망원경, 현미경 등의 개발로 이어져 과학 분야의 큰 발전을 가져왔고, 우리 삶을 더욱 편리하게 해 주었다. 그 밖에도 현재 우리가 사용하고 있는 대부분의 기구들이 발전하는 데에도 과학과 기술은 큰 기여를 하였다.

이렇듯 과학과 기술이 발달함으로써 우리의 일상생활이 편리해졌고, 시공간적인 거리를 좁혀 빠르고 다양한 의사소통이 가능하게 되었다. 그뿐만 아니라 사람들로 하여금 자연 현상을 대하는 자세를 변화시켜 생활이나 행동에서도 커다란 변화를 가져오게 하였다.

 **자기 공명 영상(MRI)**

자석으로 구성된 장치에서 인체에 고주파를 쏘아 메아리와 같은 신호가 발산되면 이를 되받아서 영상화한 것을 말한다.

과학이 나아가야 할 방향

과학과 기술이 발전하면서 사회의 변화와 함께 사회 발전을 가져왔다. 특히 사회의 요구나 변화는 과학과 기술 분야에 영향을 미친다. 농업 기술의 발전으로 수많은 사람들이 굶주림으로부터 벗어났고, 의료 기술의 발전은 전염병 퇴치와 평균 수명 연장에 크게 기여하였다. 또한 전기, 통신, 교통 등이 발전하면서 사람들은 일상생활에서 편의를 누리게 되었으며, 다양한 문화적 욕구를 충족시키고 있다.

그러나 과학과 기술의 발전이 긍정적인 측면만 안겨 준 것은 아니다. 과학과 기술이 발전함에 따라 여러 가지 부작용이 나타났고, 사회의 여러 부분에서 충돌과 마찰이 생겼다. 군사 무기의 개발, 환경오염 등으로 인류의 생존이 위협받고 있으며, 경쟁적인 신제품 개발은 무분별한 자원 개발로 이어져 많은 자원이 고갈되고 있다. 또한 지나친 기술 개발로 개인의 사생활이 침해되기도 한다.

과학과 기술의 본래 목적은 인간에게 윤택한 삶과 편의를 제공하는 것이다. 그러므로 과학과 기술을 발전시키는 것에만 맹목적으로 매달려서는 안 된다. 과학과 기술은 인류의 지속 가능한 발전을 뒷받침할 수 있어야 하기 때문이다.

과학 자료실 과학과 기술의 관계 

기술은 인간이 필요로 하는 실질적인 문제를 해결하기 위하여 물질, 기구, 지식 등을 응용한다. 기술은 과학보다 먼저 발달했지만, 19세기 말 이후부터 과학과 밀접하게 관련되어 오늘날에는 과학과 기술이 동일시되는 경향이 있다.

과학과 기술은 밀접하게 관련되어 있으므로 이론적인 과학 지식은 여러 가지 기술 개발의 바탕이 되며, 과학자들은 자신들의 이론을 검증하기 위하여 고도의 기술이나 장치를 필요로 한다. 그러나 과학은 지식의 추구에, 기술은 지식의 응용에 중점을 둔다.



바이오 디젤(에너지 기술)

자기 주도 학습

개념 확인하기

인터넷의 발명이 우리 삶에 미친 영향은 무엇인가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

건강한 삶을 누리기 위한 과학과 기술에는 어떤 것들이 있을까?

STEAM 융합

극한의 과학자와 극지 연구소

현재의 극지 연구소는 1987년 3월 한국 해양 연구소의 극지 연구실이 창설된 후, 2004년 4월 16일 한국 해양 연구원 부설 극지 연구소로 독립하였다.

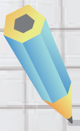
극지 연구소는 지구 상에서 유일하게 개발되지 않은 극지의 환경 변화를 지속적으로 감시하고, 자원 개발의 우선권을 확보하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 1988년 2월 17일 남극 '세종 과학 기지'가 건설된 이후로 2002년 북극 '다산 과학 기지'가 설치됐고, 2012년 1월 17일 남극 대륙 제2기지인 '장보고 과학 기지'가 착공됐다.

극지 연구소에서는 극지와 관련 지역에 대한 기초 연구 및 첨단 응용과학 연구를 비롯하여 남극과 북극에 건설한 과학 기지와 해외 지원 사무소 운영 및 연구 활동 지원, 국내외 관련 기관과 대외 협력 및 전문 인력 양성 등을 주된 활동으로 하고 있다. 또한 국내 극지 연구 프로그램을 개발, 시행하고 정부로부터 위임받은 남극 조약과 남극 환경 보호법에 관련된 업무 등을 맡아서 수행한다.

극지 연구소의 과학자들은 1978년 남극해의 크릴(새우) 조사를 시작으로 남극 연구를 본격적으로 진행하였다. 그들은 극지의 대기, 해양, 지질, 빙하 등의 환경에 대한 조사와 함께 극지에 살고 있는 생물 자원에 대해서도 계속해서 관찰하고 있다.

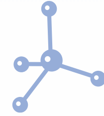

네트를 이용하여 플랑크톤을 채취하는 연구원

대륙 기지 조사를 수행하는 연구원

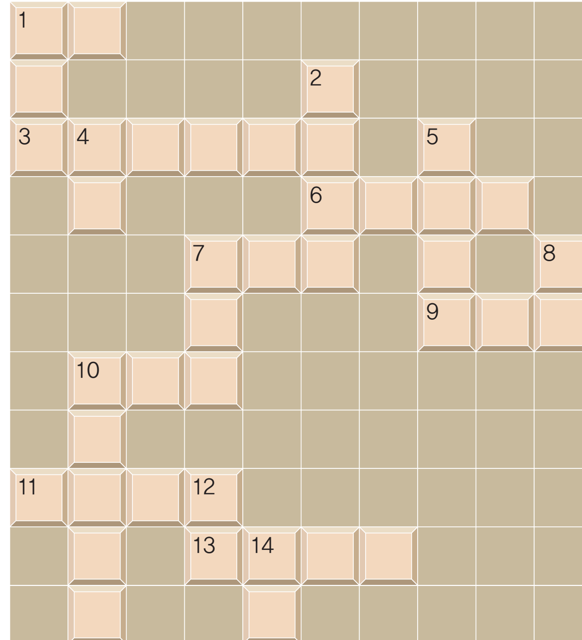


대단원 마무리

Ⅰ. 과학이란?


개념 정리하기





가로 열쇠

❶ 자연 현상의 이치와 규칙성을 발견하는 과정과 함께 이러한 과정으로부터 체계적으로 형성된 지식

❸ 인체에 고주파를 쏘아 신호의 차이를 측정해 영상화한 것. MRI라고도 부른다.

❻ 자연 과학, 응용과학, 공학, 생산 기술의 총칭

❼ 우주에 관한 연구 및 여러 천체에 관한 연구를 하는 분야

❾ 사물이나 현상을 주의 깊게 살펴보는 능력

❿ 코페르니쿠스가 주장한 이론. 태양을 중심으로 행성들이 공전한다는 우주관

⓫ 다윈이 생물의 진화론에 관해 저술한 책

⓭ 자연계에서 일어나는 모든 사물의 현상



세로 열쇠

❶ 자연 현상에 대해 호기심을 갖고 자연 과학을 수행하는 사람

❷ 과학적 사실을 바탕으로 허구적 세계를 그린 소설. ○○ ○○ 소설이라고 한다.

❹ 새로운 항원에 처음으로 감염될 때 형성되는 세포. ○○ 세포라고 한다.

❺ 수증기의 열에너지를 기계적인 일로 바꾸는 장치. 1765년 와트가 이 기관을 발명

❼ 지구를 중심으로 각 천체들이 공전한다는 우주관

❽ 지구 위의 물체가 지구로부터 받는 힘

❿ 라이엘에 의해 정립된 지질학 이론

⓬ 돌턴이 주장한 더 이상 나눌 수 없는 물질의 작은 입자

⓮ 물질이 공기 또는 산소 속에서 빛과 불꽃을 내며 타는 현상

개념 적용하기

1 다음 중 과학의 정의로 옳은 것은?

① 과학의 진리는 영원히 변하지 않는다.
② 과학은 일반 사람들은 할 수 없는 과학자만의 창조적인 활동이다.
③ 과학은 자연 현상과 주변에서 일어나는 사건을 모아 정리한 것이다.
④ 과학은 종교와 문화를 발전시키고 새로운 사고 방식을 기르는 과정이다.
⑤ 과학은 자연 현상의 이치와 규칙성을 발견하는 과정과 함께 체계적으로 형성된 지식을 말한다.

2 과학자에게 필요한 자세로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 자연 현상에 대한 관심과 의문을 가진다.
ㄴ. 아무리 복잡한 연구라도 혼자서 해결한다.
ㄷ. 가설을 세우고 창의적인 방법으로 실험을 한다.
ㄹ. 자신이 한 연구에 대해서는 주장을 굽히지 않는다.
ㅁ. 논리적으로 사고하며, 여러 사람의 의견을 받아들인다.

① ㄱ, ㄴ, ㄹ ② ㄱ, ㄷ, ㅁ ③ ㄱ, ㄹ, ㅁ
④ ㄴ, ㄷ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㅁ

3 생명 기술의 발달이 우리에게 가져다 줄 수 있는 혜택과 거리가 먼 것은?

① 대체 에너지의 개발
② 인구 증가율의 감소
③ 환경 오염 물질의 제거
④ 가축과 작물의 품종 개량
⑤ 각종 질병의 예방과 치료

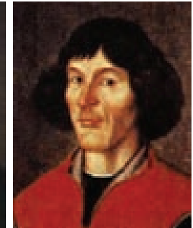
개념 응용하기

과학 글쓰기

1 다음 과학자들의 연구 활동을 조사하고, 우리의 삶에 미친 영향이 무엇인지 서술하시오.


에디슨


뉴턴


코페르니쿠스

탐구력 기르기

2 과학 기술의 발달로 새롭게 생긴 산업에는 어떤 것들이 있는지 세 가지만 쓰시오.

창의·인성 키우기

3 나침반이 발명되지 않았다면, 우리의 삶은 어떻게 바뀌었을지 자신의 생각을 글로 쓰시오.

과학 글쓰기

4 과학이 발달함에 따라 우리가 누리게 된 편리한 점을 조사해 보고, 이들이 우리에게 가져다준 긍정적인 면에 대하여 서술하시오.

베게너(Wegener, A. L. ; 1880~1930)



독일의 기상학자이자 지구 물리학자이다.

베게너는 남아메리카 대륙의 동쪽 해안선과 아프리카 대륙의 서쪽 해안선이 서로 비슷한 것에 관심을 갖게 되었고, 이들 대륙들은 한때 서로 붙어 있었을 것이라고 생각하였다. 베게너는 이 고대륙을 '판게아'라고 불렀고, 판게아를 구성한 지역들이 오랜 지질 시대를 통해 수천 km에 달하는 거리를 천천히 이동함으로써 서로 분리되었다고 주장하였다. 그는 이러한 대륙의 운동을 '대륙 이동'이라고 하였다.

17세기에 베이컨을 비롯해 많은 과학자들이 대륙 이동설을 제기했지만, 지질학적 증거에 근거하여 과학적 가설을 제시한 사람은 베게너가 처음이었다.





Ⅱ 지구계와 지권의 변화

❖ 이 단원에서는

태양계의 행성 중 인간을 비롯한 다양한 생물들이 풍요롭게 살 수 있는 곳은 지구뿐이다. 그러나 우리는 이러한 지구의 소중함을 모른 채 살고 있다.

이 단원에서는 토양, 물, 대기 그리고 생물 등 인간이 살아가는 데 없어서는 안 될 지구계의 구성 요소들의 특징을 이해하고, 이들 구성 요소 간의 상호 작용에 대해 알아보자. 또 우리의 소중한 지구는 어떤 역사를 거쳐 현재까지 이어져 왔는지 살펴보자.

1

» 중단원 미리 보기

지구계의 구성과 상호 작용

1-1 지구계의 구성 요소 | 1-2 지구계의 상호 작용



기권

최근에 남극 상공에 있는 오존 구멍이 점점 커져서 자외선에 대한 각별한 주의가 필요하다. 기권은 우주에서 오는 해로운 물질을 차단하여 지구 상의 생명체를 보호해 주는 역할을 한다. 이 밖에도 기권은 어떤 역할을 할까?

수권

지구는 다른 천체들과 달리 물이 지표의 70 % 이상을 차지한다. 물은 생명의 원천이며, 여러 가지 자연 현상을 일으키는 원인이 된다. 물의 순환은 지구에 어떤 현상을 일으킬까?





지권

인간이 발을 디디고 사는 곳이 지권이다. 지권은 지표를 비롯하여 지구 내부의 모든 부분을 포함한다. 이처럼 단단한 지권은 다른 권과 어떻게 상호 작용을 할까?

"파란 행성!" 인류 최초로 지구 밖에서 지구를 본 우주인의 탄성이다. 물과 공기가 존재하는 파란 지구는 태양계에서 생명체가 살고 있는 유일한 천체이다. 만약 우주를 여행하는 사람이 있다면, 지구를 태양계라는 사막 안에 있는 오아시스로 느낄 수 있을 것이다. 지구는 우주나 우리 은하에서는 물론 태양계에서도 작은 천체에 불과하지만, 인류에게는 생명의 터전이다. 지구는 무엇으로 이루어져 있을까?

지구계의 상호 작용

지구계를 구성하는 요소인 지권, 수권, 기권 그리고 생물권은 지구 탄생 이후 끊임없이 변화를 거듭해 왔다. 지권에서는 지진과 화산 활동이 일어나고, 수권에서는 해류가 흐르며 해파가 발생한다. 기권에서는 날씨 변화가 일어나고, 생물권의 생물은 각 권에서 살아간다. 이 과정에서 물질과 에너지는 다른 구성 요소에 어떤 영향을 미치게 될까?







생물권

지구 상에서 인간을 비롯한 생명체는 지권, 수권, 기권과 영향을 주고받으며 살아간다. 생물권은 각 권에 어떤 영향을 미칠까?

1-1 지구계의 구성 요소


학습 목표

- 지구계를 생태계, 순환계, 소화계 등과 비교하여 설명할 수 있다.
- 지구계가 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권으로 이루어져 있음을 설명할 수 있다.

지구 밖에서 촬영한 지구의 모습에서는 하얀 구름과 대륙, 바다를 볼 수 있다. 태양계에 속한 천체 중 유일하게 생명체가 살고 있는 지구는 어떤 요소들로 이루어져 있을까?

지구계

계(시스템)는 여러 개로 이루어진 구성 요소들이 상호 작용을 하면서 전체적으로 조화로운 동작과 기능을 갖는 조직이나 체계를 말한다. 지구는 물, 공기, 토양과 암석 등의 다양한 물질과 많은 생명체들이 인간 생활권과 더불어 상호 작용을 하는 **지구계**를 이루고 있다. 지구는 이렇게 하나의 계를 이룰 뿐만 아니라, 지구계 안에 생태계를 비롯한 여러 계를 포함하고 있다.

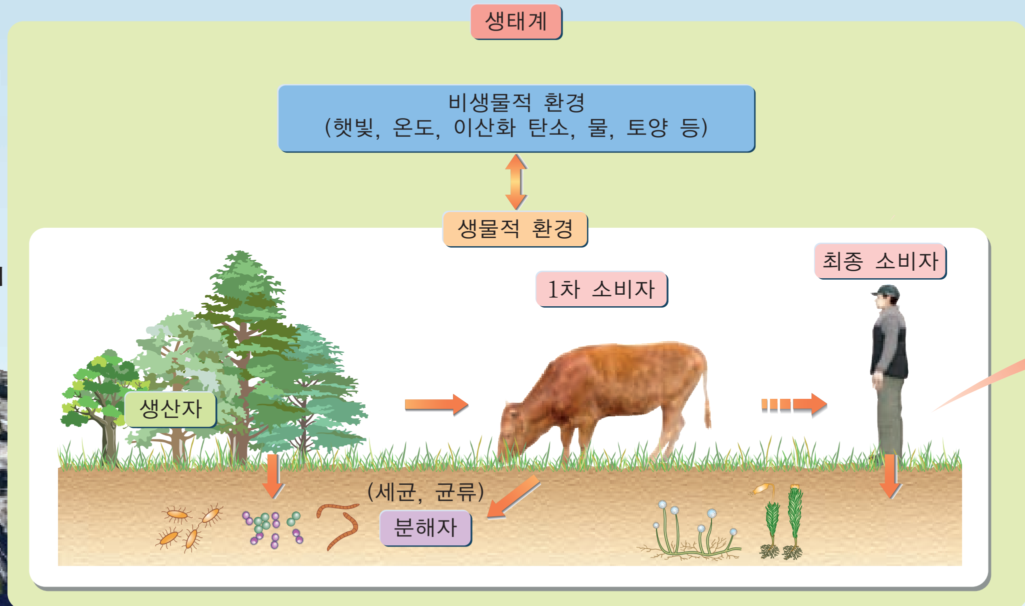


그림 Ⅱ-1 지구계와 생태계

그림 Ⅱ-2 생태계의 구성 요소

생태계의 구성 요소들은 에너지의 흐름과 물질 순환으로 서로 연결되어 있다. 생태계의 에너지 근원은 주로 태양 복사 에너지이다. 생산자인 식물은 광합성을 통해 태양 복사 에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물을 영양분으로 전환시키며, 생산자에서 최종 소비자까지 여러 단계를 거치는 먹이 사슬을 이룬다. 분해자는 죽은 생물체를 분해하여 구성 물질들을 토양, 물, 대기로 되돌려주는 역할을 한다.

사람을 비롯하여 생태계를 이루는 각각의 생명체는 소화계, 순환계, 호흡계, 배설계 등의 여러 계가 모여서 이루어진 작은 우주라고 할 수 있다. 이들 구성 요소 중 어느 하나라도 이상이 생기면 균형이 무너지거나 계가 유지되지 못하며, 이는 개체의 생명 활동에 영향을 미치게 된다.

이렇듯 생태계는 서로 다른 구성 요소 사이에 상호 작용이 일어나 끊임없이 물질과 에너지가 이동하며 유지되고 있다. 우리 주변에서도 생태계처럼 여러 가지 구성 요소들로 이루어져 있으면서 끊임없이 서로 영향을 주고받는 것들을 많이 볼 수 있다.

생태계의 구성 요소와 역할
생태계에서 생물적 환경은 생산자, 소비자, 분해자로 이루어져 있으며, 비생물적 환경은 생물의 생활 영역을 결정짓는다.

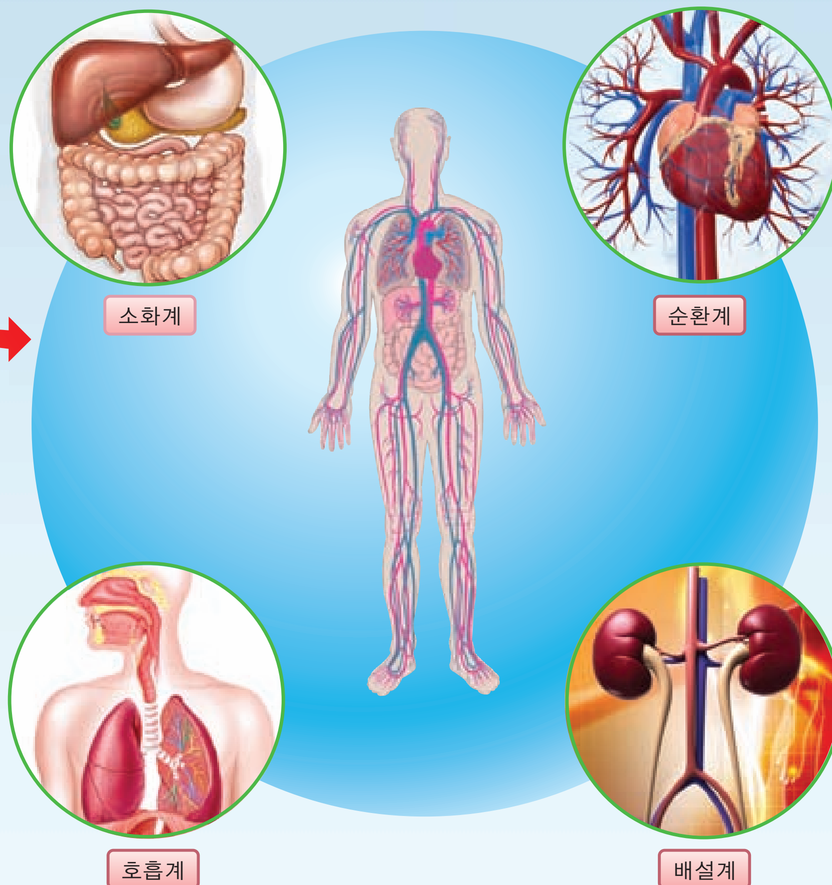


그림 Ⅱ-3 인체의 구성 요소

지구계의 구성

지구를 구성하는 각 영역은 생태계의 구성 요소들처럼 서로 영향을 주고받으며 지구 환경을 유지하고 있다. 따라서 최근에는 지구를 생태계처럼 여러 구성 요소가 모여 상호 작용을 하는 계로 여기고 종합적인 연구가 이루어지고 있다.

지구계는 **지권**, **수권**, **기권**, **생물권** 그리고 기권 밖의 **외권**으로 이루어져 있다. 지구계의 구성 요소들은 각각 독립되어 존재하지만 서로 끊임없이 상호 작용을 하며 영향을 주고받는다.

강원도 영월군에는 한반도 모습의 지형이 있다. 한반도 모습의 지형에는 암석으로 구성된 지권, 물로 이루어진 수권, 공기로 채워진 기권, 숲과 농작물이 있는 생물권이 나타나 있다.

한반도의 모습과 비슷한 지형은 주로 수권이 지권에 영향을 미쳐 형성되었으며, 지권의 변화는 다시 강물의 흐름을 바꾸어 수권에 영향을 미친다. 수권 외에도 기권에서의 기온 변화와 생물권을 이루는 식물 역시 한반도 모습의 지형을 형성하는 데 영향을 미쳤으며, 지형과 강물의 변화 또한 기권과 생물권에 영향을 미쳤다. 이러한 변화를 일으키는 근원이 되는 에너지는 외권에서 유입된 태양 복사 에너지이다.



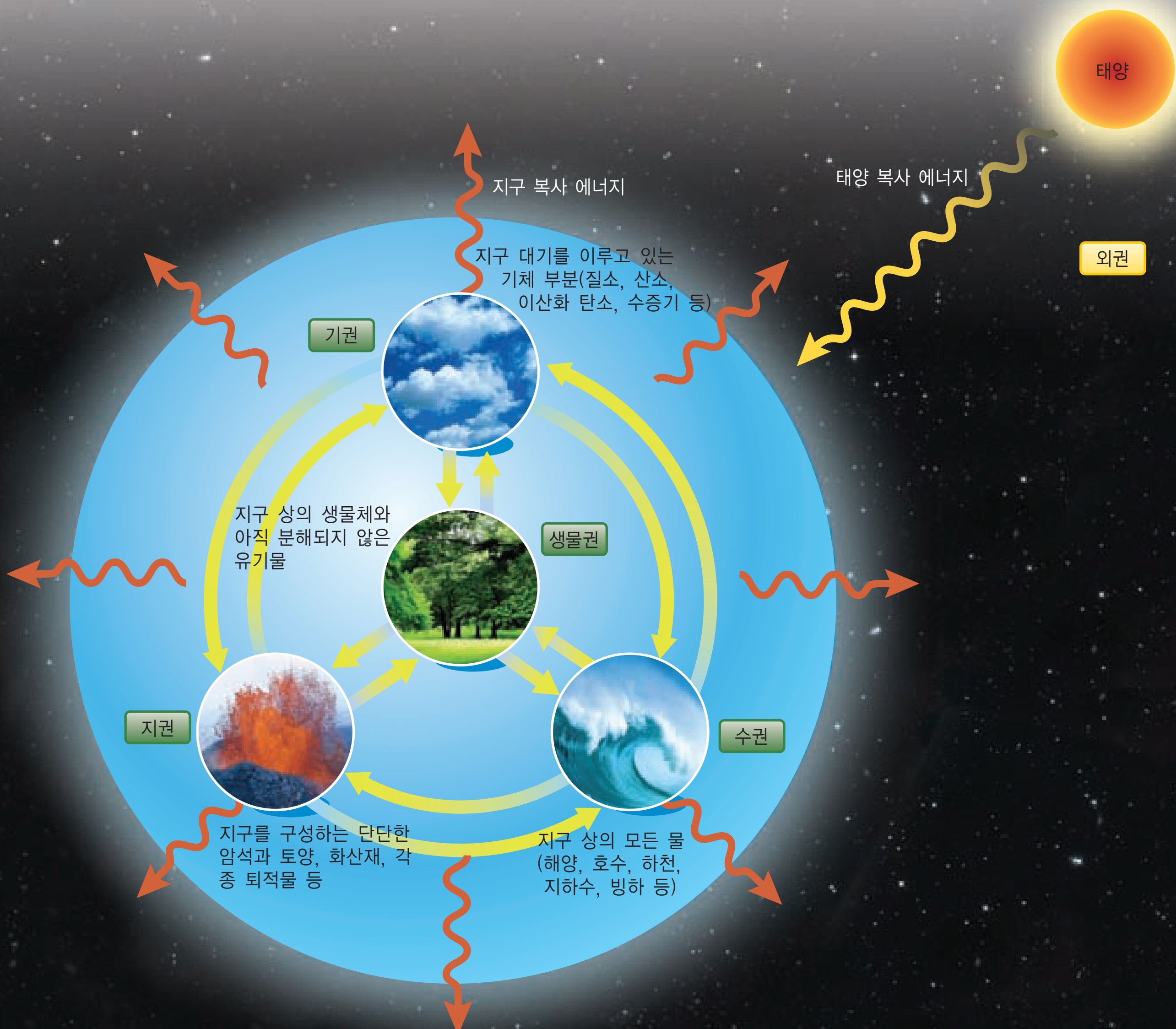
그림 Ⅱ-4 지구계의 구성

지구계는 각 권들 간의 상호 작용으로 변화하므로 지구계 내의 구성 요소 사이에서는 물질과 에너지가 끊임없이 이동한다. 이러한 과정에서 일어나는 크고 작은 변화는 다른 구성 요소에 영향을 미치며 연쇄적인 변화로 이어진다. 따라서 현재의 지구계는 지구가 탄생한 이후 수십억 년 동안 일어난 상호 작용과 변화의 결과로 형성된 것이다.

최근에는 인간의 활동에 의한 지구계의 변화가 심각한 상황으로까지 이어지고 있다. 인간의 활동에 따른 지구 환경의 변화로 인간뿐만 아니라 생물권 전체의 미래가 결정되기 때문에 지구 환경의 보전은 무엇보다 중요한 일이다.

지구 복사 에너지
지구는 태양으로부터 복사 에너지를 받아 그중 일부를 흡수하고 있지만, 지구도 적외선 형태로 에너지를 방출하는데, 이것을 지구 복사 에너지라고 한다.

그림 Ⅱ-5 지구계의 구성 요소



 도서관 ≈ 과학 세상

지권에서 일어나는 화산 활동의 원인을 조사해 보자.

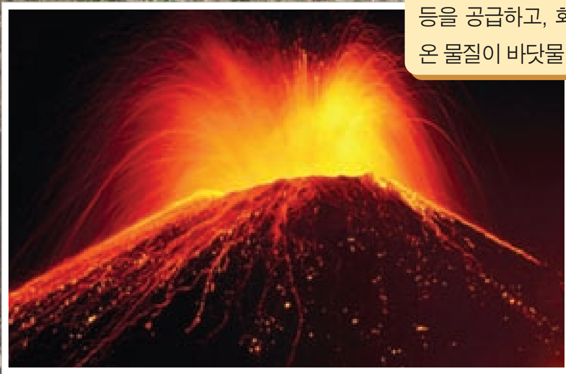
지권

지권은 지표면에서 지구 중심까지의 구간으로, 대부분 고체 상태이며 지구 환경에서 가장 큰 부피를 차지한다. 지권에서는 수권, 기권, 생물권과의 상호 작용으로 물리적 변화와 화학적 변화가 끊임없이 일어나고 있다.

지권은 지구계의 구성 요소 중 변화가 가장 느리지만 다른 권에 큰 영향을 미친다. 화산 활동은 기권에 영향을 미쳐 기후 변화를 일으키며, 토양 속의 수분은 물의 순환에 기여한다. 또 대륙과 해저 지형은 대기 순환과 해수의 흐름에 영향을 미친다. 지권은 이러한 여러 가지 과정을 통해 지구 상의 생명체가 살아가기 적합한 환경을 제공한다.

 잠깐 체크 지권에서 일어나는 변화에는 어떤 것들이 있는가?

그림 Ⅱ-6 지권의 구성과 역할



화산 활동을 통해 기권에 수증기, 이산화 탄소 등을 공급하고, 화산 가스나 암석에서 녹아 나온 물질이 바닷물 속의 염류의 근원이 된다.



생물체에 생활 공간을 제공하고, 생물체에 영양을 공급한다.



지형은 기권과 수권의 순환과 흐름을 변화시킨다.

수권

지구 표면의 70 % 이상은 바닷물로 덮여 있는데, 이곳을 비롯하여 지구 상의 모든 물이 분포하는 영역을 **수권**이라고 한다. 지구 상의 물 중 약 97.2 %가 해수이고, 약 2.8 %가 육수이다. 육수의 대부분은 극지방과 고산 지대에 빙하 형태로 존재하며, 호수, 하천수, 지하수는 지구 전체 물의 1 %도 되지 않는다.



해수



빙하



하천수



지하수

그림 Ⅱ-7 수권의 구성

물은 생물 조직을 이루는 세포의 주성분으로서, 생명을 유지하는 데 없어서는 안 되는 필수적인 요소이다. 또한 영양 섭취, 혈액 순환 등 모든 생명 현상에 중요한 역할을 하고 있다.

지구계에서 수권은 기권과의 상호 작용으로 기상 현상을 일으키고, 지구의 기온을 일정하게 유지하는 역할을 한다. 특히 바다는 에너지 창고 역할을 함으로써, 기온의 일교차와 연교차를 줄여 생명체가 살기에 적합한 환경을 만들어 주고 있다. 또한 해양에서 순환하는 물은 대기의 순환과 더불어 저위도에서 고위도로 에너지를 수송하는 역할을 한다.



한편, 지표에서 증발이나 증산을 통해 대기 중으로 들어간 물은 구름이나 비 등으로 지표로 되돌아온다. 이와 같이 물은 지권, 수권, 기권 사이를 순환하면서 풍화·침식 작용으로 지형을 변화시키며 암석의 순환에 기여한다. 그리고 호수의 물, 하천수, 지하수는 식수를 비롯한 산업용수나 농업용수로 쓰인다.

잠깐 체크 지구에 물이 없었다면 지구의 기온이 현재와 어떻게 달랐을지 생각해 보자.

기권

지구 표면을 둘러싸고 있는 약 1,000 km 두께의 공기층을 **기권**이라고 한다. 기권의 주요 성분은 질소와 산소이며, 이 두 성분이 전체 대기의 약 99 %를 차지한다. 기권에는 이 밖에 적은 양의 아르곤, 이산화 탄소, 오존 등의 기체가 포함되어 있다.

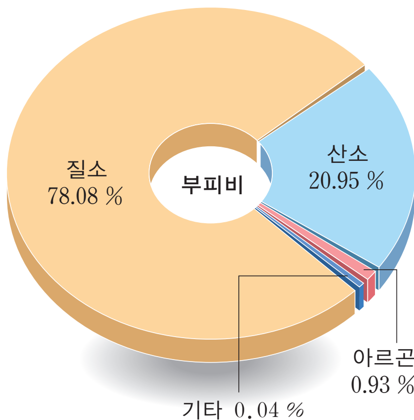


그림 Ⅱ-8 대기의 구성 성분
(자료: 한국 지구 과학회)

기권은 **온실 효과**를 통해 지구를 일정한 온도로 덥혀서 지구에 생명체가 살 수 있는 환경을 만들고, 생명체의 호흡과 광합성에 필요한 산소와 이산화 탄소를 제공하며, 강수를 통해 생물에게 물을 공급한다. 그리고 외권으로부터 들어오는 우주선, 자외선 등을 차단하여 생명체의 보호막 역할을 하며, 운석과의 충돌로부터 지구를 보호해 준다.

우주선
우주 공간에서 지구로 끊임없이 날아오는 높은 에너지를 가진 입자

지구계에서 기권은 눈, 비, 바람 등 각종 **기상 현상**을 통해 지표를 변화시키며, 지속적으로 부는 바람은 해류를 일으켜 해수를 순환시킨다. 또 기권은 항공기를 통한 사람이나 물자의 수송을 가능하게 하며, **전리층**은 전파를 흡수하거나 반사하여 전파 통신에 이용된다.

잠깐 체크 대기의 성분 중 생물의 생존에 매우 중요한 두 가지 기체는 무엇이며, 생명 활동 중 어디에 이용되는지 알아보자.

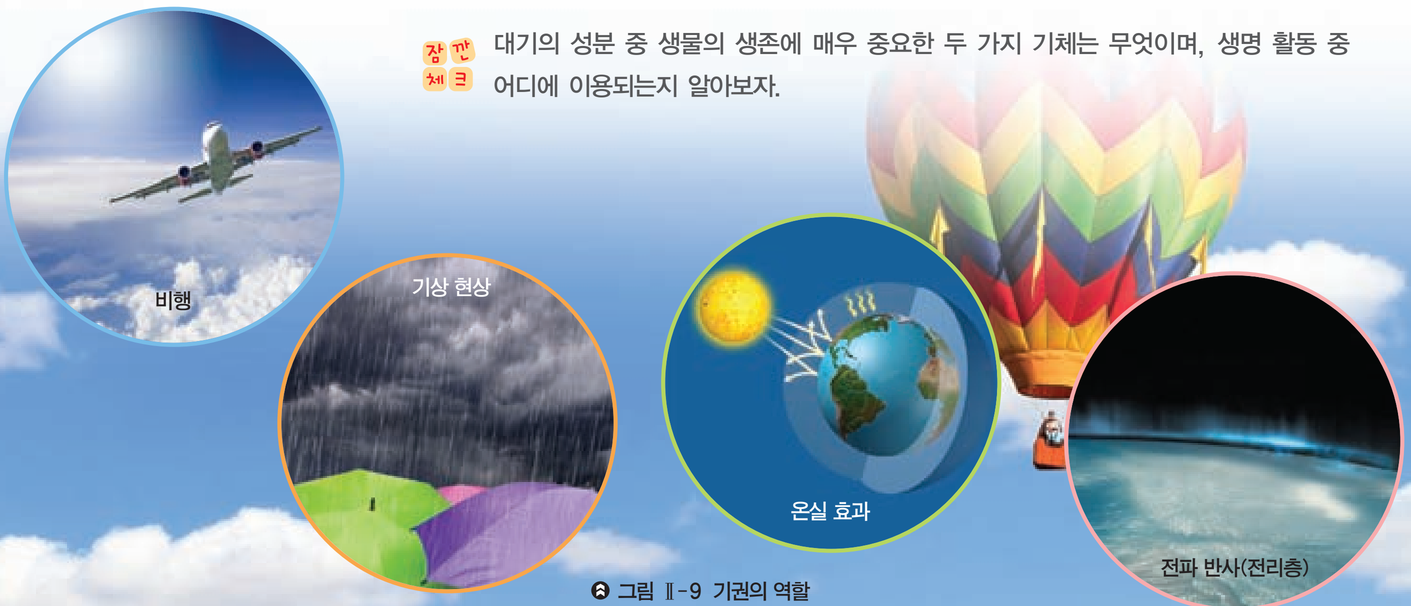


그림 Ⅱ-9 기권의 역할

생물권과 외권

지구계에서 생명체가 살고 있는 **생물권**은 깊은 바다에서부터 기권에 이르기까지 그 범위가 매우 넓다. 대부분의 생명체는 지권과 수권 및 기권이 서로 접하는 지표면 부근에서 서식하고 있다.

지구가 탄생한 이후 지구계의 각 영역은 계속 변화했고, 그 과정에서 지구 상의 생물도 변화된 새로운 환경에 적응하여 함께 변화해 왔다. 즉, 대륙의 이동으로 바다가 육지로 되거나 육지가 바다로 변하기도 하며, 대기 성분이나 기후도 계속 변해 왔다. 생물들은 이와 같은 다양한 환경 변화에 적응하면서 사는 영역이 넓어졌으며, 생물종도 다양해졌다.

외권은 지구를 둘러싸고 있는 우주 공간을 말한다. 외권에 있는 **밴앨런대**는 지구 자기장에 의해 형성된 것으로, 우주에서 지구로 들어오는 유해한 우주선이나 태양에서 방출되는 높은 에너지를 가진 입자를 막아 줌으로써 지구 상의 생명체를 보호해 준다.

밴앨런대
지구 자기장의 영향으로 높은 에너지를 가진 입자들이 도넛 모양으로 지구를 둘러싼 공간을 말한다.



지구계의 구성 요소인 지권, 수권, 기권 중 생물권이 분포하는 영역은 어디인가?


그림 Ⅱ-10 육지의 생물


그림 Ⅱ-11 지구의 대기와 외권

자기 주도 학습

개념 확인하기

생물이 지구 환경에서 살아가면서 기권으로부터 얻는 것에는 무엇이 있는가?

생활 속 문제 해결하기

자동차 사용을 줄이고 자전거 사용을 늘려 나갈 때 각 권에 미치는 영향은 무엇인지 알아보자.

1-2 지구계의 상호 작용


학습 목표

- 지구계의 구성 요소 사이의 상호 작용의 예를 말할 수 있다.
- 지구계에서 일어나는 물질과 에너지 순환을 설명할 수 있다.

위 그림은 농경지에서 재배되고 있는 농작물의 모습이다. 농작물이 생장할 수 있는 이유는 무엇인가? 그리고 농작물이 생장하는 과정에서 어떤 물질이 순환되고 있으며, 어떤 에너지를 이용하고 있을까?

지구계를 구성하고 있는 지권, 수권, 기권은 기상 현상, 해수의 운동, 화산 활동과 지진 등에 의해 서로 끊임없이 영향을 주고받는다. 또한 생물권에 속한 생명체들도 지구계의 다른 권과 영향을 주고받는다. 따라서 지구계의 구성 요소 중 어느 하나에 변화가 생기면 다른 구성 요소들에게 연쇄적으로 영향을 미치게 된다. 최근에는 인간 활동에 의해 각 구성 요소가 더욱 크게 변하고 있다.

지구계 내에서 일어나는 여러 변화는 어떤 상호 작용에 의한 것이며, 어떤 과정을 거쳐 물질과 에너지가 이동하는 것일까?

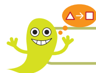

탐구 활동 지구계의 상호 작용 사례 (조사)

목·표

지구계 각 권들의 상호 작용의 예와 각각의 과정을 설명할 수 있다.

준·비·물

각 권들 사이의 상호 작용에 의해 발생하는 여러 현상에 대한 사진 자료


과정과 결과

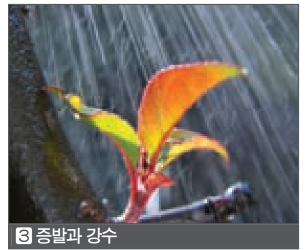
❶ 다음은 지구계를 이루는 구성 요소들을 나타낸 것이다. 각 그림에 나타나 있는 구성 요소들을 모두 적어 보자.



❷ 다음은 지구에서 발생하는 여러 가지 다양한 자연 현상들을 나타낸 것이다.

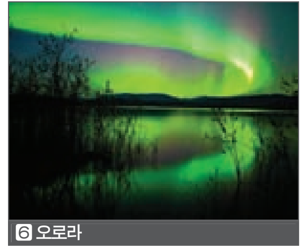

1 화산 가스 분출


2 바닷속 생물


3 증발과 강수


4 폭포(침식 작용)


5 숲(광합성과 호흡)


6 오로라

위의 현상들은 지구계에서 어떤 구성 요소 사이의 상호 작용에 해당하는지 표로 정리해 보자.

현상	1	2	3	4	5	6
상호 작용	기권 ↑ 지권	수권 ↓↑ 생물권				



창의 · 인성

1 위 현상들이 발생할 때 쓰인 에너지는 각각 무엇인가?

2 생물권에서 지권에 영향을 주는 현상에는 어떤 것들이 있는지 조사해 보자.

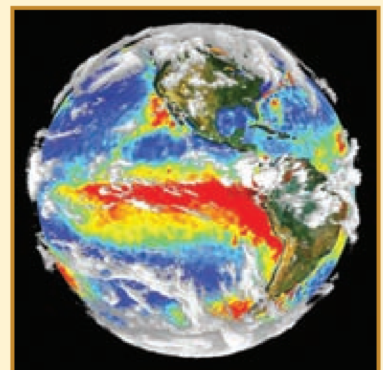


탐구의 확장 엘니뇨

엘니뇨는 태평양 적도 해역의 남미 해안으로부터 중부 태평양에 이르는 넓은 범위에서 해수면 온도가 지속적으로 높아지는 현상이다. 2~7년마다 한 번씩 불규칙하게 발생하고, 주로 9월에서 다음 해 3월 사이에 일어난다.

엘니뇨 때문에 수온이 높아져 어획량이 줄고, 중남미 지역에는 폭우나 홍수 등의 기상 이변이 일어난다. 또한 오스트레일리아 일대에 가뭄을 가져와 태평양 양쪽에 기상 이변을 일으키기도 한다.

엘니뇨는 기권과 수권의 상호 작용으로 발생하며, 하나의 상호 작용이 지구계 전체에 영향을 미치는 예이다.


엘니뇨 발생 시의 수온 분포_ 파란색은 수온이 낮은 곳, 빨간색은 수온이 높은 곳이다.

물음

엘니뇨와 반대로 동태평양 적도 해역의 수온이 낮아지는 현상을 무엇이라고 하는가?

 **물이 머무는 시간**

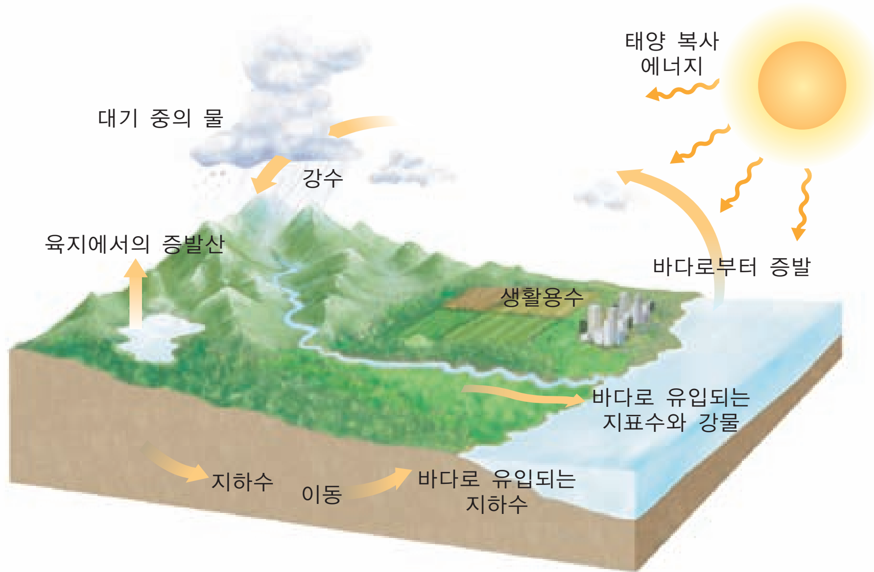
물 분자 1개는 대략 빙하 상태로 10만 년, 지하수로 1,000년, 호수에서 7년, 구름으로 10일, 동물 체내에서 수 시간을 보낸다.

물의 순환

지구계 내에서 물은 대기 중의 물, 해수, 호수나 하천, 생명체의 구성 물질 등 매우 다양한 형태로 존재한다. 이때 물은 하나의 형태로 계속 유지되는 것이 아니라 끊임없이 다른 형태로 바뀌면서 순환한다. 바다와 육지에서 증발한 물은 대기 중에서 수증기 상태로 머물다가 눈, 비 등이 되어 육지로 이동하고, 육지의 물은 지표수와 지하수의 형태로 바다로 흘러간다. 이때 일부는 생물에 흡수되어 생명 활동에 사용된다.

물의 순환은 에너지의 순환과 밀접한 관련이 있다. 물을 순환시키는 근원은 태양 복사 에너지인데, 물은 순환하면서 지구 전체에 태양 복사 에너지를 고르게 분산시키는 역할을 하여 지구의 에너지 평형에 기여한다.

그림 Ⅱ-12 물의 순환



클릭 ≪그때 그 사건≫

2011년 10월 태국의 홍수 피해



2011년 10월, 50년 만에 방콕은 홍수로 외곽 지역과 도심이 모두 침수 위기를 맞았다. 방콕 북부의 고대 도시 아유타야는 도시 전체가 거대한 강으로 변했다. 집과 유적들이 모두 물에 잠겼고, 고여 있는 물은 검게 썩었다. 대규모 공단과 공항, 주택 단지와 도로, 농경지가 큰 피해를 입었다. 이처럼 전 국토의 3분의 1을 휩쓴 태국 대홍수는 수개월이나 계속되었다. 전문가들은 홍수 피해의 원인으로 홍수에 취약한 지형, 물 관리 실패 등을 지적하였다.

물의 순환 과정에서는 태국의 홍수에서와 같은 큰 피해를 유발하는 경우가 가끔 있으며, 우리나라에서도 여름철 폭우나 겨울철 폭설에 의한 피해가 종종 발생한다.

탄소의 순환

지구계 내에서 또 하나의 중요한 물질 순환으로 탄소의 순환을 들 수 있다. 탄소는 생물권에서 살아 있는 생명체를 형성하는 원소들 가운데 가장 기본적인 구성 성분이다. 또한 지권에서는 생명체의 잔류물이 쌓여 만들어진 석탄이나 석회암과 같은 암석 내에 존재하며, 수권에서는 이산화 탄소가 용해된 탄산 이온으로 존재한다. 그리고 기권에서는 대부분 이산화 탄소로 존재하여 생명체가 살기 알맞게 지구의 온도를 유지시켜 주는 온실기체의 역할을 하며, 광합성의 원료가 된다.

탄소는 끊임없이 지구계의 각 권들 사이를 순환하는데, 생물권의 변화는 탄소의 순환에 가장 큰 영향을 미친다. 식물은 매년 수백억 톤이나 되는 대기 중의 이산화 탄소를 광합성으로 이용한다. 한편, 식물 속에 저장된 양분은 먹이 사슬을 거치면서 사체와 배설물의 형태로 지권으로 이동한다. 이 탄소는 풍화에 의해 해양으로 운반되어 침전되거나 생물체를 거쳐 석회암으로 변하며, 암석 속의 탄소는 화산 활동에 의해 다시 대기 중으로 되돌아온다.

그러나 최근 인간 활동에 의한 화석 연료의 대량 사용으로 대기 중의 이산화 탄소가 급격히 증가하여 그동안 균형을 이루던 탄소의 순환 과정이 허물어지고 있다. 이것은 수억 년에 걸쳐서 만들어진 화석 연료를 캐내어 단 수백 년 동안에 사용함으로써 대기 중 이산화 탄소의 양이 크게 증가하였기 때문이다.

스스로 해결하기

최근 대기 중의 이산화 탄소가 급격히 증가한 이유는 무엇인가?

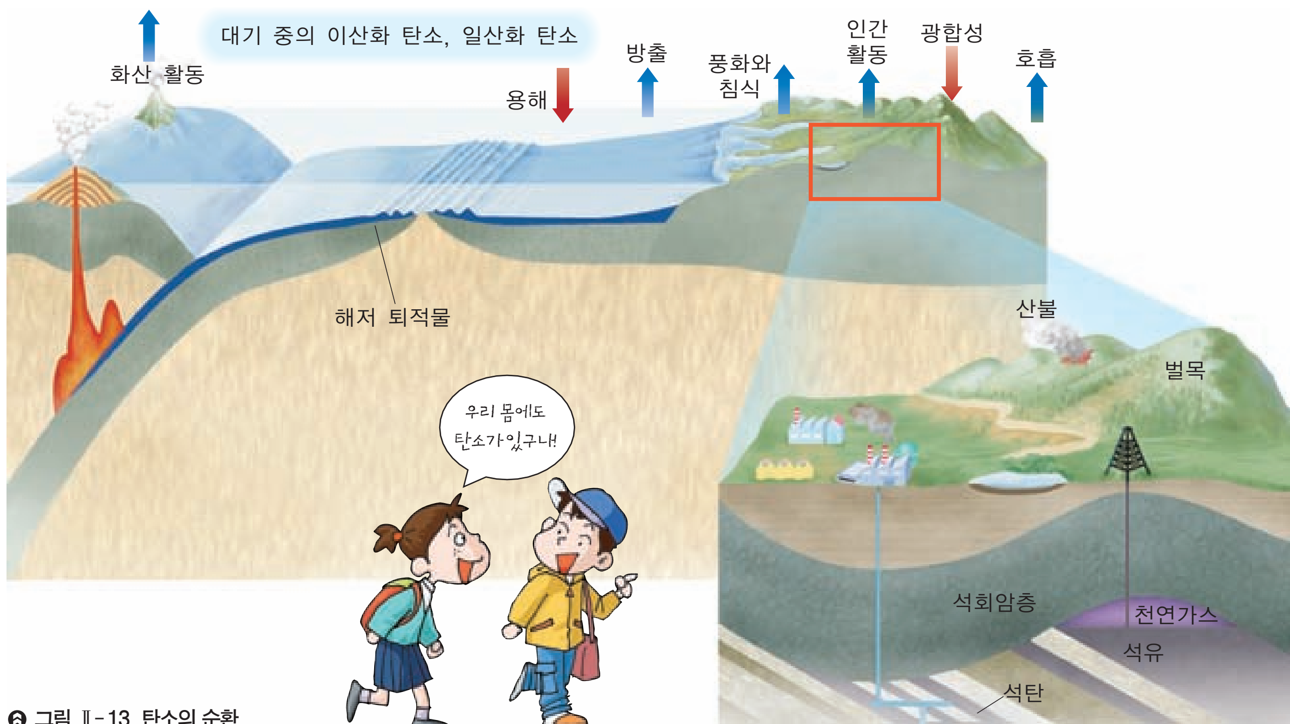


그림 Ⅱ-13 탄소의 순환

STEAM 융합

탄소 발자국

탄소 발자국이란 사람의 활동이나 상품을 생산, 소비하는 데 직간접적으로 발생하는 이산화 탄소의 총량을 말한다.

생활 습관을 조금만 바꿔도 탄소 발자국을 크게 줄일 수 있다. 자신의 발자국 크기를 알고 싶으면 국립 산림 과학원 홈페이지(http://www.forest.go.kr)에 있는 '탄소나무 계산기'를 이용해 직접 계산해 볼 수 있다.



탄소 발자국 마크



탄소 발자국 표시 상품

양치질할 때 컵 사용하기

10분 이상 자리를 비울 때 컴퓨터 끄기

가스레인지 불꽃을 조리 기구에 맞춰 조절하기

선풍기 사용 줄이기

에너지 소비 효율이 좋은 가전제품 구입하기

겨울철 실내 온도 1℃ 내리기

쓰레기 양 줄이기

냉장고 문 여닫는 횟수 줄이기

사용하지 않는 가전제품의 플러그 뽑기

가까운 거리는 걷거나 자전거를 이용해 자동차 주행 거리 줄이기

불필요한 짐 줄이기

일상생활에서 탄소 발자국을 줄이는 방법

지구계의 에너지

지구계의 에너지원에는 태양 복사 에너지, 지구 내부 에너지, 조석 에너지가 있다. 이 중 가장 주된 에너지원인 **태양 복사 에너지**는 열에너지, 화학 에너지, 역학적 에너지 등으로 전환되면서 생명 활동의 원천이 되거나 기권과 수권의 변화 및 그에 따른 지권의 변화 등과 같이 지구계를 변화시키며 순환한다. **지구 내부 에너지**는 주로 암석 속에 포함된 방사성 원소의 붕괴에 의한 열로서, 화산 활동과 지진 및 조산 운동을 일으킨다. **조석 에너지**는 달과 태양의 인력 때문에 나타나며, 해수면의 높이를 주기적으로 변화시킨다. 또 조류를 일으켜 해안 근처의 생태계와 지형 변화에 영향을 준다.

 **방사성 원소**
원자핵이 불안정하여 스스로 붕괴되면서 방사선(열)을 방출하는 원소이다.

그림 Ⅱ-14 지구계의 에너지원

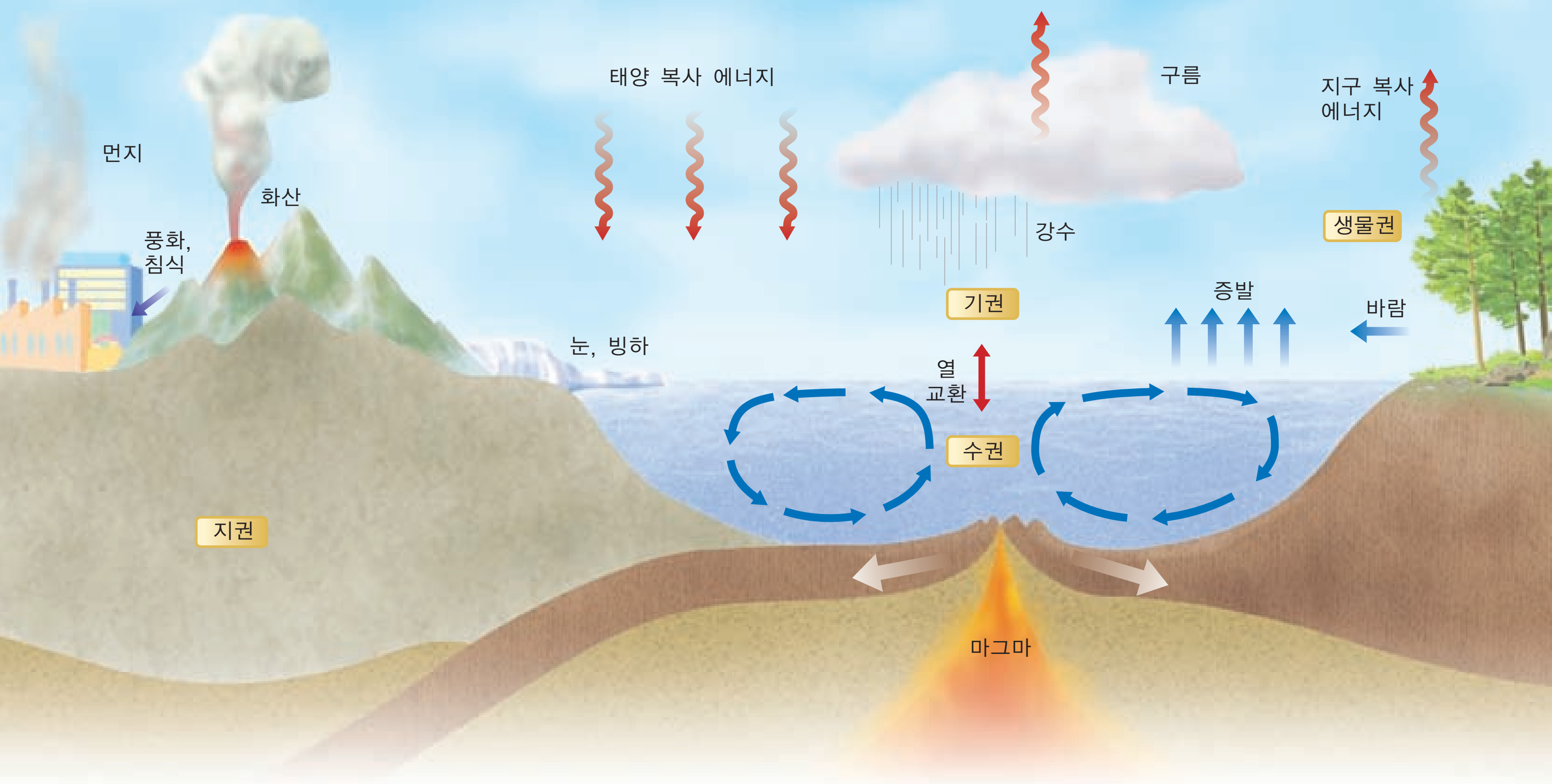


그림 Ⅱ-15 지구계의 상호 작용

지구계의 상호 작용

지구계의 구성 요소들은 생태계나 인체의 순환계, 소화계처럼 매우 유기적인 관계를 맺고 있다. 이러한 관계는 지구가 탄생했을 때부터 지금까지 계속되고 있으며, 이 과정에서 각 구성 요소들 사이에는 물질과 에너지가 끊임없이 순환하고 있다. 따라서 지구에서 일어나는 어떤 현상을 더욱 정확히 알아내기 위해서는 지구계와 직접적으로 관련된 한 가지 구성 요소만 조사하기보다는 지구계 전체를 조사해야 그 현상의 원인과 결과를 정확히 파악할 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

물이 순환하면서 지권, 수권, 기권, 생물권에 미치는 영향은 무엇인가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

최근 친환경 에너지에 관한 관심이 높아지고 있다. 지구계의 각 권에서 얻을 수 있는 친환경 에너지에는 어떤 것들이 있는가?

STEAM 융합

생태계의 위기

최근에 해양 오염과 기상 이변으로 과거 5,500만 년 이래 볼 수 없었던 해양 생물의 대량 멸종 현상이 나타나고 있다는 보고서가 공개되었다. 해양 연구 국제 계획(IPSO)의 지원으로 작성된 이 보고서는 해양 과학자 27명이 집대성한 연구 결과이다.

과학자들은 해양 생물의 대량 멸종이 생물학적 요인과 화학적 요인이 복합적으로 작용한 결과이며, 지구계의 광범위한 붕괴를 가져올 징조라고 판단하고 있다.

현재 바다 환경을 악화시키는 세 가지의 큰 요인은 해수의 온도 상승, 산성화, 산소 부족 현상으로서, 모두 인간의 직접적인 활동에 의한 것들이다. 현재의 해양 환경은 심해 생물의 50 % 이상이 사멸된 5,500만 년 전(공룡 대멸종 이후의 시기) 상황과 많은 점에서 유사하다.

바다의 산성화와 이에 따른 연쇄 반응은 지구의 기권에 대량의 이산화 탄소가 유입되는 원인이 되었다. 바다는 대기 중 이산화 탄소량의 약 25 %를 흡수하는 거대한 스펀지 역할을 해 왔다. 그러나 이산화 탄소의 과다 흡수로 포화 상태가 지속되면 모든 생태계의 평형 상태가 붕괴된다.

아울러 해양 지질학자들은 해저 화산들이 극렬하게 폭발하여 잠자고 있던 해저의 메테인과 이산화 탄소 등이 순식간에 다량으로 지구 대기를 휘감아 생물의 대량 멸종을 가져올 수도 있다고 주장한다.

유조선의 침몰이나 선박 사고, 폐자재나 플라스틱 유입 등에 따른 해양 오염은 이산화 탄소의 증가와 함께 해양 생물 멸종에 큰 영향을 미치고 있다.

이렇듯 해양 생물의 대량 멸종에 따라 우리는 해양 생물의 아름다움과 신비로움을 느끼는 마지막 세대가 될지도 모른다.



해저 화산으로부터 나온 가스



쓰레기를 먹이로 착각한 바닷새



죽은 바닷새의 뱃속에 가득찬 쓰레기

2

» 중단원 미리 보기

지권의 물질과 변화

광물의 특징

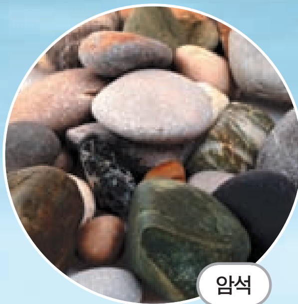
암석을 구성하는 알갱이인 광물들은 어떻게 생겼을까?



광물(방해석)

암석의 특징

북한산의 인수봉과 제주도의 용두암은 색깔이 서로 다르다. 그 이유는 무엇일까? 또 변산반도에 있는 채석강의 지층은 어떻게 만들어진 것일까?



암석

지진

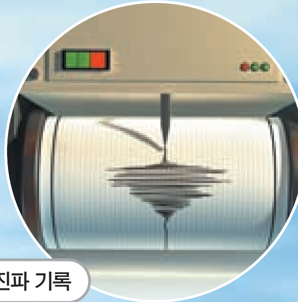
이웃 나라 일본에서는 지진으로 인명과 재산 피해가 자주 일어나고 있다. 지진의 피해를 줄이는 방법에는 무엇이 있을까?



지진의 피해

지표면에는 다양한 종류의 암석이 있고, 그 암석을 이루는 수많은 종류의 광물이 존재한다. 또한 광물과 암석으로 이루어진 지형은 그 모습이 끊임없이 변해 간다.

직접 들어갈 수 없는 지구 내부를 아는 방법은 무엇일까? 판의 움직임과 지진이나 화산 활동은 어떤 관계가 있을까? 또 거대한 습곡 산맥은 어떤 과정을 거쳐 만들어졌을까?


지진파 기록

지구 내부를 조사하는 방법

지구 내부를 직접 파고 들어가서 조사하는 것은 어려운 일이다. 그렇다면 직접 들어갈 수 없는 지구 내부를 어떻게 조사할 수 있을까? 또 지구 내부는 어떤 구조로 되어 있을까?


남아메리카 대륙과 아프리카 대륙의 해안선

대륙 이동설

대륙은 오랜 세월을 거치며 갈라지고 이동하여 현재의 모습이 되었다. 옛날에는 대륙이 어떤 모습이었으며, 어떻게 이동했을까?


히말라야 산맥

판 구조론

알프스 산맥이나 히말라야 산맥처럼 세계적으로 유명한 산맥들은 어떻게 만들어졌을까?

2-1 지권의 물질과 순환



학습 목표

- 광물의 종류와 특징을 설명할 수 있다.
- 암석의 생성 원인과 종류를 설명할 수 있다.
- 암석이 순환하는 과정을 설명할 수 있다.

지표면은 암석으로 덮여 있다. 주변에서 볼 수 있는 암석을 관찰해 보면 저마다 다른 특징을 가지고 있다. 이와 같은 암석은 어떻게 생성되고 어떤 과정을 거쳐서 순환할까?

우리가 생활하고 있는 지구의 표면은 흙과 암석으로 되어 있다. 흙으로 덮인 표면도 그 아래에는 단단한 암석으로 이루어져 있으며, 바다 밑의 표면도 암석으로 이루어져 있다. 이와 같이 암석으로 이루어진 지구의 겉부분을 **지각**이라고 한다.

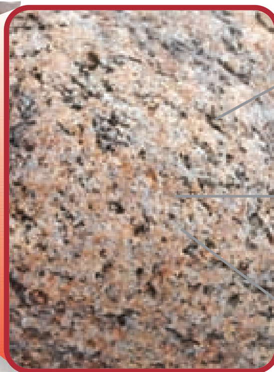


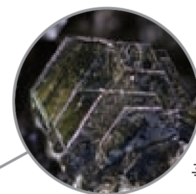
지각
단단한 암석으로 되어 있다. 그 두께는 대륙에서 35 km, 해양에서 5 km 정도이다.

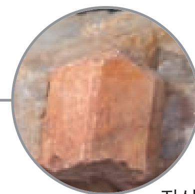
암석은 우리 생활 주변에서 건축물이나 기념물 등의 재료로 많이 사용되어 왔다. 경주 불국사에 있는 다보탑은 화강암으로 만들어져 독특한 아름다움을 자랑한다. 이 탑의 표면을 가까이에서 관찰해 보면 흰색과 분홍색을 띠는 알갱이와 함께 검은색을 띠는 알갱이도 조금 섞여 있어서 알록달록하게 보인다. 암석에는 어떤 알갱이들이 들어 있을까?

광물

암석은 색깔이나 광택 등이 다른 여러 가지 알갱이가 섞여서 이루어져 있다. 이와 같이 암석을 구성하는 알갱이들을 **광물**이라고 한다.




흑운모


장석

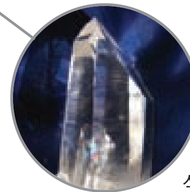

석영

그림 Ⅱ-16 화강암을 이루는 광물

지금까지 발견된 광물은 4,000종 이상으로 매우 많지만, 주변에서 볼 수 있는 암석을 구성하는 광물은 20여 종에 불과하다. 암석을 이루는 주된 광물을 **조암 광물**이라고 하며, 그 중에서도 석영, 장석, 흑운모, 각섬석, 휘석, 감람석은 특히 많이 발견되는 **주요 조암 광물**이다.

광물이 서로 구별되는 특징을 나타내는 이유는 무엇일까?

모든 물질은 원소로 이루어져 있고, 여러 원소들이 결합하는 비율과 결합하는 형태에 따라 다양한 물질이 만들어진다. 광물을 이루고 있는 주된 원소는 산소, 규소, 알루미늄, 철, 칼슘, 나트륨, 칼륨, 마그네슘 등으로, 이 원소들이 지각에서 98 % 이상의 질량을 차지하고 있다. 이 원소들을 **지각의 8대 구성 원소**라고 한다. 광물은 한 가지 원소로 이루어진 것도 있지만, 대부분은 두 가지 이상의 원소로 이루어져 있다. 또 광물은 모양이나 색깔 등이 제각각 다르다. 그러면 광물을 구별할 수 있는 특성에는 어떤 것들이 있을까?

원소
물질을 구성하는 기본 성분으로, 110여 종류가 있다.

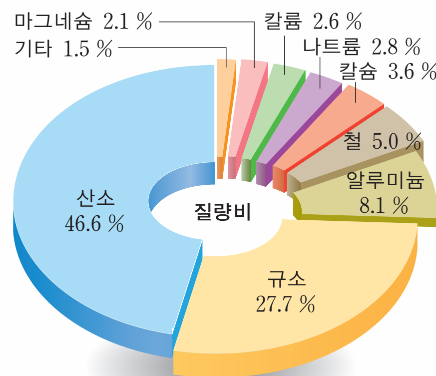


그림 Ⅱ-18 지각의 8대 구성 원소
(자료: 한국 지구 과학회)

원소 광물을 구성하는 원소의 전자 현미경 사진

광물

암석

지각

그림 Ⅱ-17 지각의 구성 물질_ 지각은 암석으로 되어 있고, 암석은 광물로 되어 있다. 또 광물은 원소로 구성되어 있다.



탐구 활동 광물의 특성과 분류

관찰 / 분류

목·표

광물을 분류할 수 있는 특성을 설명할 수 있다.

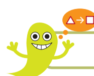
준·비·물

석영, 암염, 황동석, 황철석, 방해석, 흑요석, 조흔판, 망치, 보호 안경, 신문지 또는 헝겊



유·의·점

1. 광물에 충격을 주는 활동을 할 때에는 보안경을 착용한다.
2. 광물을 망치로 두드릴 때 신문지나 헝겊으로 싸서 광물 조각이 튀지 않도록 한다.



과정

다음과 같이 6개의 광물을 준비하여 이들의 성질을 비교해 본다.

❶ 석영과 암염의 겉모양을 관찰한다.


석영


암염

❷ 황동석과 황철석을 조흔판에 그어 보고, 광물의 겉보기 색과 비교한다.

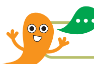

황동석


황철석

❸ 방해석과 흑요석을 망치로 두드려 보면서 갈라지거나 깨지는 상태를 비교한다.


방해석


흑요석



결과 및 해석 창의·인성

1 석영과 암염을 구별하는 특성은 무엇인가?

2 겉으로 볼 때 잘 구별되지 않는 황동석과 황철석을 조흔판에 그었을 때 각각 어떤 색깔이 나타나는가? 또 그 이유는 무엇인가?

3 방해석과 흑요석을 망치로 두드렸을 때 어떤 차이가 있는가?

광물은 종류에 따라 색, 조흔색, 결정형, 굳기, 쪼개짐, 깨짐, 자성, 염산 반응 등이 각기 다르게 나타나는데, 이러한 성질을 이용하면 광물을 분류할 수 있다.



인터넷 속 과학 세상

바보의 금에 얽힌 일화에 대하여 검색해 보자.

검색 | 바보의 금

색과 조흔색 석영은 무색, 장석은 흰색 또는 밝은 분홍색, 흑운모는 검은색을 띠고 있어서 쉽게 구별할 수 있다. 그러나 같은 광물이라도 불순물이 포함되면 다른 색을 띠기도 한다.

금, 황철석, 황동석은 모두 노란색을 띠므로 겉보기 색으로는 쉽게 구별할 수 없다. 그러나 광물 가루의 색인 **조흔색**을 비교하면 금만 노란색으로 보이고, 황철석은 검은색, 황동석은 녹흑색으로 서로 다른 색깔이 나타나므로 서로 구별할 수 있다.

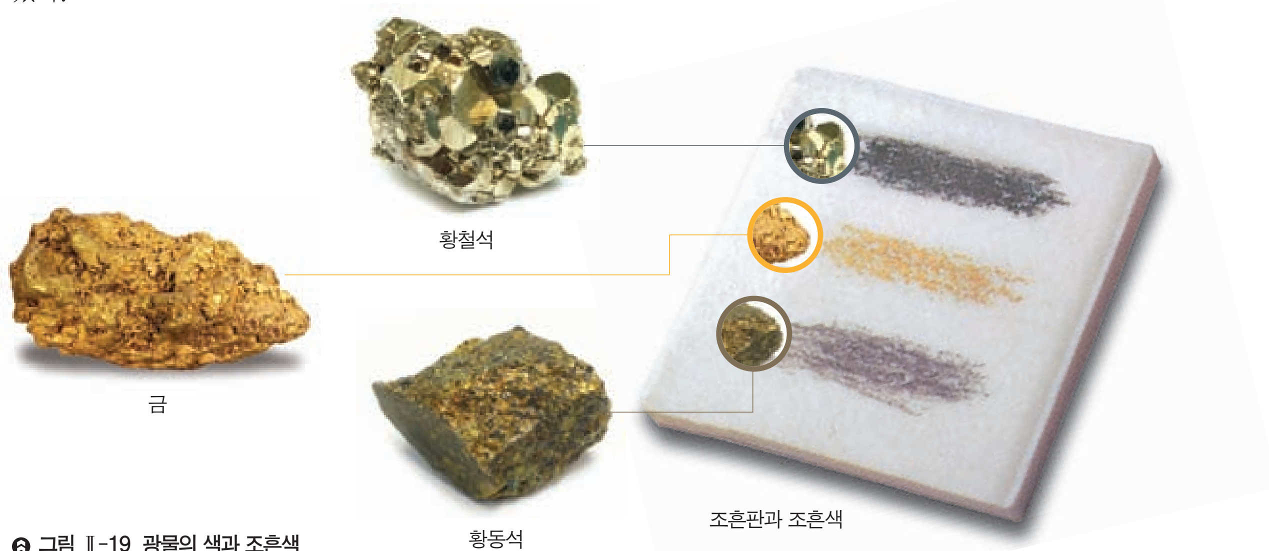


그림 Ⅱ-19 광물의 색과 조흔색

결정형 암석 속에 들어 있는 대부분의 광물들은 일정한 모양을 가지지 않고 섞여 있다. 그러나 광물이 만들어질 때 주변 환경에 의해 방해를 받지 않으면 여러 개의 면으로 둘러싸인 규칙적인 겉모양을 나타내는데, 이것을 **결정형**이라고 한다. 석영은 육각기둥, 방해석은 마름모꼴, 암염은 정육면체 모양의 결정형을 나타낸다.



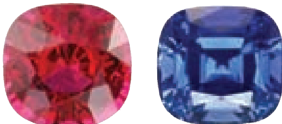
그림 Ⅱ-20 광물의 결정형

모스 굳기
표준 광물 사이의 굳기는 소수점을 사용해서 나타낸다. 예를 들어, 2와 3 사이의 굳기인 손톱은 2.5로 나타낸다.



그림 Ⅱ-21 굳기 비교

강옥
붉은색을 띠는 것을 루비, 파란색을 띠는 것을 사파이어라고 부른다. 주로 덩어리 형태로 산출되며, 세공 과정을 거쳐 보석으로 이용된다.



굳기 두 종류의 광물을 긁었을 때 무른 광물은 단단한 광물에 긁히게 된다. 이와 같이 광물의 단단한 정도를 **굳기**라고 한다. 광물의 굳기를 비교할 때는 10개의 표준 광물의 굳기를 비교하여 순서를 정한 **모스 굳기계**를 흔히 사용하는데, 모스 굳기의 숫자가 클수록 단단한 광물이다.



그림 Ⅱ-22 모스 굳기계_ 광물의 굳기 순서를 무른 광물부터 차례로 나열한 것으로, 굳기가 2인 석고가 굳기가 1인 활석보다 2배 단단한 것은 아니다.

쪼개짐과 깨짐 광물에 힘을 가하면 일정한 방향으로 갈라지는데, 이것을 **쪼개짐**이라고 한다. 그러나 광물에 따라서는 일정한 쪼개짐이 없이 불규칙하게 부서지는데, 이것을 **깨짐**이라고 한다. 흑운모는 얇은 판 모양, 방해석은 마름모꼴로 쪼개지며, 흑요석과 석영은 깨지는 성질이 있다.



그림 Ⅱ-23 쪼개짐



그림 Ⅱ-24 깨짐

자성과 염산 반응 자철석은 자석처럼 쇠붙이를 끌어당기는 **자성**을 가지고 있으며, 방해석은 묽은 염산과 반응하여 이산화 탄소를 발생시키는 성질이 있다.


그림 Ⅱ-25 자성_ 자철석에 붙은 핀


그림 Ⅱ-26 염산 반응_ 묽은 염산과 반응하여 이산화 탄소가 발생하는 방해석

스스로 해결하기

작은 핀이 바닥에 떨어져 찾기 어려운 경우 자철석의 (　　) 을/를 이용하면 핀을 찾는 데 도움이 된다.

우리 주변의 광물 광물은 우리 생활 주변에서 생활용품, 건축 재료, 보석 등 다양한 용도로 사용되고 있다.

예를 들어, 석영은 유리나 태양 전지판, 반도체 등을 만드는 원료로 사용되며, 장석이 풍화되어 생긴 점토는 벽돌이나 도자기의 재료로 사용된다. 또 운모는 전기다리미의 절연체로 이용되며, 흑연은 연필심의 재료로 사용된다.

철, 구리, 알루미늄 등의 금속도 대부분 광물에서 뽑아낸 것이다. 또한 색깔이 아름답고 단단하며 희귀한 광물은 보석으로 이용되는데, 보석 광물에는 금강석이나 강옥, 자수정 등이 있다.

그림 Ⅱ-27 광물의 이용









그림 Ⅱ-28 여러 가지 암석

암석

서울 북한산의 인수봉처럼 밝고 화사하게 보이는 암석, 정원석에서 볼 수 있는 굵은 줄무늬가 있는 암석, 전라북도 채석강 부근에 여러 겹의 층으로 이루어진 암석 등 지표면의 암석은 다양한 모습으로 나타난다. 암석에 따라 이러한 차이가 생기는 이유는 무엇일까?

화성암 지하 깊은 곳에서 만들어진 액체 상태의 마그마가 지표로 흘러나오거나 지하에서 식어서 굳어진 암석을 **화성암**이라고 한다. 여러 종류의 화성암을 특징에 따라 분류해 보자.



탐구 활동 화성암의 분류

분류

목·표

화성암을 특징에 따라 분류할 수 있다.

준·비·물

화강암, 반려암, 유문암, 현무암, 돋보기

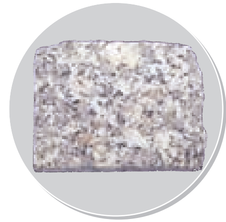


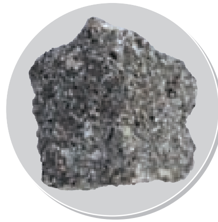
과정

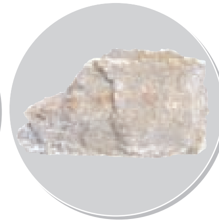
❶ 화강암, 반려암, 유문암, 현무암을 준비하여 돋보기로 각 암석을 관찰한다.

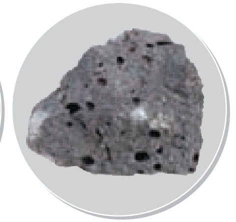


❷ 암석의 전체적인 밝기가 비슷한 것끼리 묶어서 두 종류로 분류해 본다.
❸ 암석을 이루는 광물 결정의 크기에 따라 두 종류로 분류해 본다.


화강암


반려암


유문암


현무암


결과 및 해석 창의·인성

1 밝게 보이는 암석과 어둡게 보이는 암석은 각각 무엇인가?

2 광물 결정의 크기가 큰 암석과 작은 암석은 각각 무엇인가?

화성암의 전체적인 밝기는 구성 광물의 종류에 따라 달라진다. 장석이나 석영 등과 같이 밝은색 광물이 많이 포함되어 있는 화강암과 유문암은 밝은색을 띠고, 휘석이나 감람석 등과 같이 어두운색 광물이 많이 포함되어 있는 현무암과 반려암은 어두운색을 띤다.

화강암과 유문암은 전체적으로 밝게 보이지만 구성 광물의 크기가 다르다. 즉, 화강암은 맨눈으로 구별할 수 있을 정도로 구성 광물이 크지만, 유문암은 돋보기로도 잘 구별되지 않는 작은 광물로 이루어져 있다. 화성암을 구성하는 광물 결정의 크기가 다르게 나타나는 이유는 무엇일까?




그림 Ⅱ-29 현무암(제주도 용두암)

그림 Ⅱ-30 화강암(북한산 백운대)



그림 Ⅱ-31 스테아르산의 식는 속도에 따른 결정 크기 실험

그림 Ⅱ-31과 같이 스테아르산을 녹여 액체로 만든 후 더운물과 얼음물에 넣어 보면, 더운물 속에서 서서히 식은 스테아르산의 결정은 크게 나타나지만, 얼음물 속에서 급속하게 식은 스테아르산의 결정은 거의 보이지 않는다.

마찬가지 원리로 화성암을 이루는 광물 결정의 크기도 마그마가 식는 속도에 따라 달라진다. 액체 상태의 마그마가 지하 깊은 곳에서 서서히 식으면 화강암과 같이 결정이 큰 화성암이 만들어지지만, 마그마가 지표면 근처에서 급속하게 식으면 현무암과 같이 결정이 작은 화성암이 만들어진다.

그림 Ⅱ-32 심성암과 화산암의 생성

화산암

심성암

마그마의 냉각 속도는 깊이에 따라 달라지므로 화성암은 생성된 깊이에 따라 심성암과 화산암으로 구분할 수 있다.

심성암은 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어 굳어지므로 광물 결정이 성장할 시간이 충분하다. 반면에, **화산암**은 마그마가 지표 위로 나오거나 지표에 가까운 얕은 깊이에서 급속하게 식어서 굳어지므로 광물 결정이 성장할 시간이 충분하지 못하다. 이에 따라 심성암과 화산암을 이루는 광물의 결정 크기가 다르게 나타난다. 심성암에는 화강암, 섬록암, 반려암이 있고, 화산암에는 현무암, 안산암, 유문암이 있다.

이와 같이 화성암은 구성 광물의 종류에 따라 색깔이 달라지고, 마그마의 냉각 속도에 따라 구성 광물의 결정 크기가 달라지므로 표 Ⅱ-1과 같이 분류할 수 있다.

표 Ⅱ-1 화성암의 분류

밝기 / 화성암	많다 어둡다	← 어두운색 광물 → ← 암석의 밝기 →	적다 밝다
화산암 (작은 결정)	현무암	안산암	유문암
심성암 (큰 결정)	반려암	섬록암	화강암



그림 Ⅱ-33 해치상과 돌하르방_ 서울의 광화문 앞에 세워진 해치상은 선과 악을 구별하고 불의 기운을 누르는 힘을 지녔다는 전설의 동물이고, 돌하르방은 제주도 방언으로 돌할아버지라는 뜻으로 제주도의 마을 입구에 세워져서 수호신 구실을 해 왔다.
두 암석 모두 마그마가 식어서 굳어진 화성암으로 만들어졌지만, 결정의 크기와 색의 차이가 뚜렷하다.

잠깐 체크
1. 화성암을 구성하는 광물의 결정 크기는 어떤 요인에 의해 달라지는가?
2. 화성암 중 구성 광물의 결정이 작거나 없으며, 색이 밝은 암석의 이름은 무엇인가?

퇴적암 물이나 바람, 빙하 등에 의해 낮은 곳으로 이동해 온 자갈, 모래, 진흙 등이 쌓인 것을 **퇴적물**이라고 하며, 이러한 퇴적물이 다져지고 서로 붙어서 만들어진 암석을 **퇴적암**이라고 한다. 퇴적암에는 어떤 것들이 있을까?



탐구 활동 퇴적암의 특징 관찰

목·표

퇴적암을 구성 알갱이의 크기와 종류에 따라 분류할 수 있다.

준·비·물

역암, 사암, 셰일, 석회암, 돋보기, 묽은 염산, 스포이트, 페트리 접시, 보호용 장갑



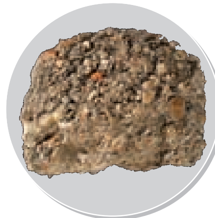
유·의·점

1. 묽은 염산이 피부나 옷에 닿지 않도록 주의한다.
2. 암석과 묽은 염산의 반응을 관찰한 후에는 암석을 맑은 물로 씻어 놓는다.



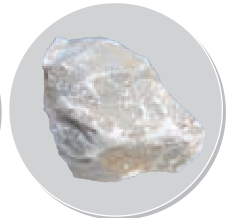
과정

❶ 역암, 사암, 셰일, 석회암을 준비하여 돋보기로 구성 알갱이를 관찰한다.
❷ 4개의 암석에 묽은 염산을 스포이트로 떨어뜨려 본다.


역암


사암


셰일


석회암



결과

1 역암, 사암, 셰일 중 구성 알갱이가 큰 암석부터 순서대로 적어 보자.

2 묽은 염산을 떨어뜨렸을 때 기체가 발생하는 암석은 무엇인가?

퇴적암은 퇴적물의 크기와 종류에 따라 분류할 수 있다.

역암은 자갈이 포함된 퇴적물로 만들어진 퇴적암이고, 사암은 주로 모래로 만들어진 퇴적암이며, 셰일은 진흙이 쌓여서 만들어진 퇴적암이다. 석회암은 조개껍데기나 산호와 같은 석회질 물질로 된 생물체의 유해나 물에 녹아 있던 석회질 성분이 굳어져서 만들어진 퇴적암이다. 석회암을 이루는 석회질 성분은 묽은 염산과 반응하여 이산화 탄소 기체를 발생시키는 성질이 있다. 응회암은 화산재가 쌓여서 굳어진 퇴적암이다.



화산재
화산 폭발로 분출된 미세한 물질로서, 지름이 0.25 ~ 4 mm 정도이다.

그림 Ⅱ-34 응회암층(제주도)

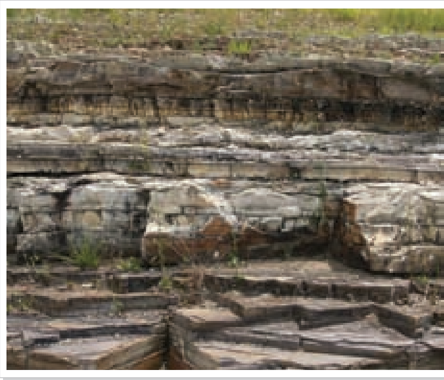


퇴적암은 크기나 색깔이 다른 퇴적물이 물밑에 가라앉아 만들어지기 때문에 수평으로 나란한 줄무늬가 생기는 경우가 있는데, 이것을 **층리**라고 한다. 또 퇴적물이 쌓일 때 생물의 유해나 흔적이 같이 쌓이면 **화석**이 만들어지기도 한다.



인터넷 속 과학 세상

검색 화석의 생성 원리



층리(전라남도 해남 우항리)



공룡 발자국 화석(경상남도 고성)

그림 Ⅱ-35 층리와 화석

자갈이나 진흙은 어떻게 단단한 퇴적암이 될까?

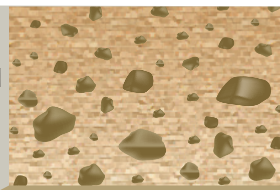
퇴적물이 쌓이면 위층의 무게에 의해 알갱이 사이의 틈이 좁혀진다. 그 후 물에 녹아 있던 광물질들이 알갱이의 틈 사이로 들어가 채워지면서 이웃하고 있는 알갱이들을 서로 단단하게 붙이며 굳어지는데, 이러한 과정이 오랜 시간 동안 계속되면 퇴적암이 만들어진다.

그림 Ⅱ-36 채석강의 퇴적암층(전라북도 부안)

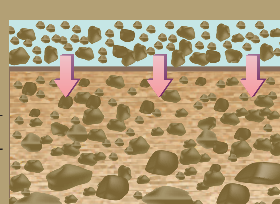


그림 Ⅱ-37 퇴적암의 생성 과정

자갈, 모래, 진흙 등이 운반되어 쌓인다.



위에 쌓인 퇴적물의 무게에 의해 퇴적물이 다져진다.



퇴적물 사이에 석회질과 같은 광물질이 침전되어 굳어진다.



이러한 과정을 거쳐 퇴적암이 생성된다.



변성암　암석이 지하 깊은 곳에 들어가 높은 열과 압력을 받으면 성분이나 조직 등이 변한다. 이것을 **변성 작용**이라고 하며, 변성 작용에 의해 만들어진 암석을 **변성암**이라고 한다.

변성암은 화성암이나 퇴적암과 비교할 때 어떤 특징을 가지고 있을까?



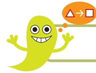
탐구 활동 　변성암의 특징 　관찰

목·표

변성암의 특징을 설명할 수 있다.

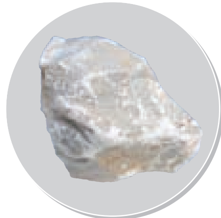
준·비·물

석회암, 대리암, 화강암, 편마암, 돋보기

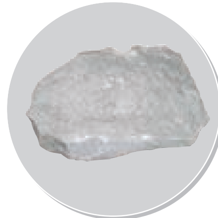


과정

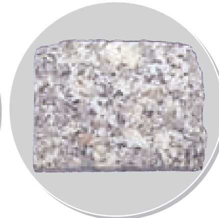
석회암, 대리암, 화강암, 편마암을 준비하여 돋보기로 구성 알갱이를 관찰한다.



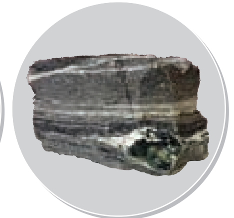
석회암



대리암



화강암



편마암



결과

1 대리암은 석회암에 비해 어떤 차이가 있는가?

2 화강암과 편마암은 광물의 모양과 배열에 어떤 차이가 있는가?

그림 Ⅱ-38 대리암 조각상

마그마가 암석을 뚫고 지나가면 주변의 암석은 높은 열을 받게 된다. 높은 열은 주변의 암석을 재결정시켜 결정의 크기를 더 크게 만들기도 하고, 광물의 성질을 변화시키기도 한다.

변성암 중 표면의 무늬가 아름다워 건물의 바닥이나 조각상의 재료로 많이 사용하는 대리암은 석회암이 변성되어 만들어진 암석인데, 광물의 결정이 석회암보다 크게 나타난다. 이것은 암석이 열과 압력을 받아 변성될 때 결정의 크기가 커졌기 때문이다.

그리고 화강암은 밝은색을 띠며 구성 광물의 입자 크기가 크지만, 화강암이 변성되어 만들어진 편마암은 밝은색 광물과 어두운색 광물이 줄무늬 모양으로 배열되어 있다. 이와 같은 변성암의 줄무늬는 어떻게 만들어진 것일까?

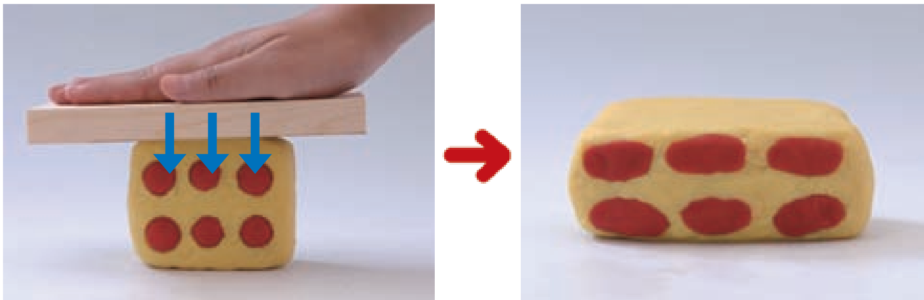


그림 Ⅱ-39 엽리가 만들어지는 원리

암석이 압력의 영향을 크게 받으면 광물이 눌려서 납작해지면서 압력에 대해 수직 방향으로 줄무늬가 생기는데, 이러한 줄무늬를 **엽리**라고 한다. 변성 작용이 더 진행되면 편마암과 같이 밝은색과 어두운색의 굵은 줄무늬가 교대로 나타난다.

원래의 암석의 종류와 열과 압력을 받은 정도에 따라 표 Ⅱ-2와 같이 다양한 변성암이 만들어진다.

표 Ⅱ-2 변성암의 분류

원래의 암석		변성암 (낮다 ← 온도와 압력 → 높다)	
퇴적암	셰일	편암	편마암
퇴적암	사암		규암
퇴적암	석회암		대리암
화성암	화강암		편마암



더 자세히

혼펠스

변성암 중 셰일이나 이암과 같은 점토질 암석이 높은 열에 의해 변성되어 만들어진 것을 혼펠스라고 한다. 혼펠스는 조직이 단단하고 치밀한 것이 특징이다.



혼펠스



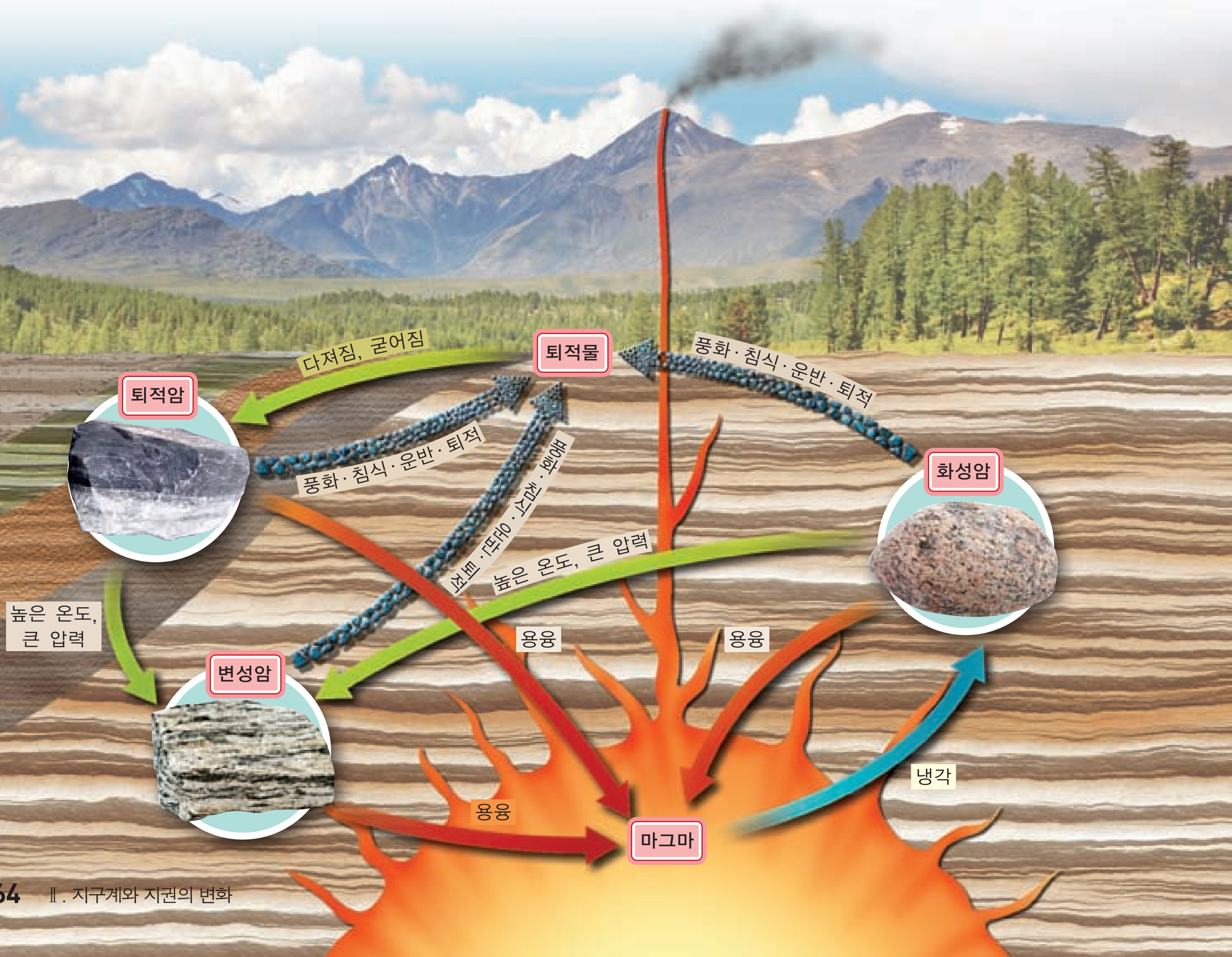
그림 Ⅱ-40 가평천의 변성암 지대 (경기도 가평)

암석의 순환 지각을 구성하는 암석을 조사해 보면 지표 부근은 퇴적암이 가장 많은 양을 차지한다. 그러나 땅속으로 깊이 들어갈수록 화성암과 변성암이 많아지는데, 과학자들의 연구에 의하면 지하 16 km까지는 화성암과 변성암이 95 % 정도를 차지한다.

암석은 처음에 만들어진 그대로 있는 것이 아니라 주변의 환경이 바뀌면 다른 암석으로 변한다. 암석이 지표면에서 침식을 받아 작은 알갱이로 부서져 낮은 곳으로 이동하여 쌓이고 굳어지면 퇴적암이 된다. 화성암이나 퇴적암이 지하 깊은 곳에 들어가 높은 열과 압력을 받으면 변성암이 된다. 지하로 내려간 암석이 녹으면 마그마가 되고, 마그마가 지하나 지표면 근처에서 식어서 굳으면 화성암이 된다.

이와 같이 암석은 오랜 시간에 걸쳐 지표와 지구 내부에서 끊임없이 변화하는 과정을 겪게 되는데, 이 과정을 **암석의 순환**이라고 한다.

그림 Ⅱ-41 암석의 순환



암석의 이용 암석은 자연 상태 그대로 이용되거나 가공을 거쳐 우리의 실생활에 널리 이용된다.

화강암은 단단하고 풍화에 강하기 때문에 건물의 외부, 탑, 축대 등에 사용된다. 또 고르게 연마하면 광택을 띠는 성질이 있어 건물 내부의 벽이나 비석과 같은 재료로도 사용된다.

현무암은 곡물을 갈 때 이용하는 맷돌의 재료로 사용되고, 제주도의 돌하르방은 현무암을 지역 특산물로 활용한 좋은 사례이다.

석회암은 주로 시멘트의 원료로 쓰이며, 산성화된 농토나 토양을 중화시키는 데 사용되기도 한다.

대리암은 표면에 광택이 있고 형태를 만들기 쉽기 때문에 예로부터 조각품이나 건축물의 재료로 사용되었다. 그러나 산성비 등에 의해 표면이 풍화되기 쉬우므로 건축물의 외부에는 잘 사용되지 않는다.

편마암은 검고 흰 줄무늬가 교대로 층을 이루기 때문에 외관이 아름다워 정원석으로 많이 사용된다.

풍화
암석이 물, 공기, 생물 등의 작용으로 부서지거나 분해되어 흙으로 변하는 현상

그림 Ⅱ-42 암석의 이용



첨성대(화강암) 돌하르방(현무암) 조각상(대리암) 정원석(편마암)

자기 주도 학습

개념 확인하기
화성암, 퇴적암, 변성암은 각각 어떻게 만들어지는가?

생활 속 문제 해결하기
보석으로 활용되는 광물에는 어떤 것들이 있는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기
모래의 주성분인 석영을 이용하여 반도체를 만들 수 있다. 반도체를 만들 때 석영이 이용되는 과정을 조사해 보자.



2-2 지권의 구조와 특징



학습 목표

- 지구 내부 구조를 조사하는 방법에 대해 설명할 수 있다.
- 지구 내부의 층상 구조와 각 층의 특징을 설명할 수 있다.

잘 익은 수박을 고를 때 껍질을 두드려 보는 것처럼 지구 안으로 직접 들어가지 않고도 지구 내부를 간접적으로 조사하는 방법이 있을까? 그런 방법이 있다면 장점은 무엇일까?



인간이 시추 기계를 사용하여 세계에서 가장 깊게 뚫은 구멍은 러시아 콜라 반도에 있으며, 구멍의 깊이는 약 13 km이다.



인간이 도달한 가장 깊은 동굴은 그루지야 공화국에 있는 크루베라 동굴로, 깊이가 약 2 km가 넘는다.



1960년 트리에스테 호 유인 잠수정이 태평양 마리아나 해구에서 수심 10 km까지 내려갔다.



인간이 땅속으로 가장 깊이 파고 내려간 곳은 남아프리카 공화국의 광산으로, 깊이가 약 3.6 km에 달한다.

그림 Ⅱ-43 인간이 지구 내부에 도달한 깊이

지구 내부의 탐사 방법

사과나 배를 직접 잘라 보면 내부의 모습을 쉽게 알 수 있다. 그러나 지구는 반지름이 약 6,400 km로서, 매우 크고 단단하기 때문에 직접 땅을 파고 들어가 내부의 모습을 보는 것은 매우 어려운 일이다.

많은 과학자들은 오랜 세월에 걸쳐 여러 가지 방법을 이용하여 지구의 내부 모습을 알아내려고 노력해 왔다. 물체의 내부 모습을 알 수 있는 방법에는 어떤 것들이 있을까?



탐구 활동 | 지구의 내부 구조 탐사 방법 | 조사

목 · 표

지구의 내부 구조를 탐사하는 방법을 설명할 수 있다.



과정

❶ 사물의 내부 모습을 알아내는 방법에는 어떤 것들이 있는지 조사한다.



수박을 두드릴 때 나는 소리를 듣고 수박이 잘 익었는지 판단한다.



수박을 작게 조각내어 꺼내 보면 잘 익었는지 알 수 있다.



병원에서는 자기 공명 영상(MRI)을 통해 인체 내부의 모습을 볼 수 있다.

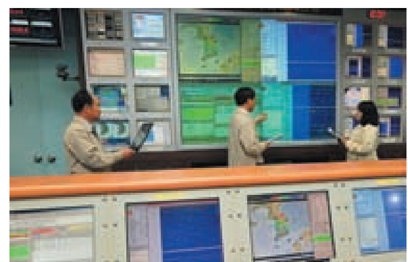
❷ 지구의 내부 구조를 아는 방법에는 어떤 것들이 있는지 조사한다.



직접 땅을 파서 얻은 물질을 관찰하여 지구 내부에 대한 정보를 얻는다.



화산 활동 시 분출되는 물질을 조사하여 지구 내부에 대한 정보를 얻는다.



지진이 발생할 때 나타나는 지진파를 분석하여 지구의 내부 구조를 예측한다.



결과

1 과정 ❶에서 간접적인 방법을 이용하는 것은 무엇인가?

2 과정 ❷에서 내부 물질들을 직접 보지 않고 조사하는 방법의 장점과 단점은 각각 무엇인지 조사해 보자.

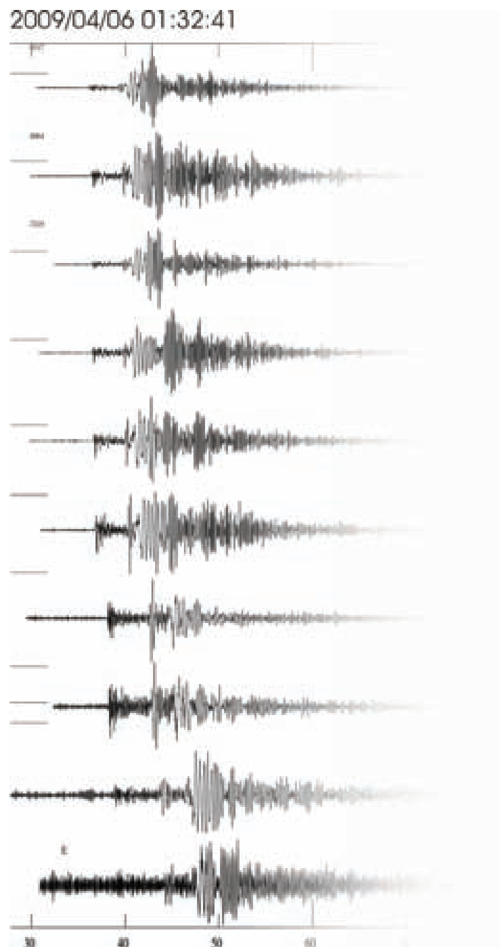
지진파를 이용한 지구 내부 탐사

과학자들은 시추나 화산 분출물 조사와 같은 여러 가지 방법으로 지구의 내부 구조를 연구해 왔다. 그러나 이러한 방법으로 지표 부근을 조사할 수는 있지만, 지구 전체의 내부 구조를 알기는 어렵다. 그래서 지구 내부의 더 깊은 곳을 탐사할 때는 지진파를 이용한다.

지진파는 지진이 발생하는 순간 진원으로부터 생기는 진동이 암석을 통해서 전달되는 것으로서, 크게 **P파**와 **S파**로 나눈다. 지진파는 지진이 발생하는 순간 진원으로부터 동시에 전파되지만, P파가 S파보다 더 빠르기 때문에 지진이 관측되는 지점에 먼저 도착한다. 또한 P파는 고체와 액체, 기체 상태를 모두 통과할 수 있지만, S파는 고체 상태의 물질만 통과할 수 있다.

지진파가 지구 내부로 전파되는 도중에 물질의 종류나 상태가 다른 것을 만나면 굴절되거나 속도가 변한다. 그러므로 지진파의 기록을 분석하면 지구의 내부 구조에 대한 정보를 얻을 수 있다.

그림 Ⅱ-44 지진 관측소에 기록된 실제 지진파의 모습



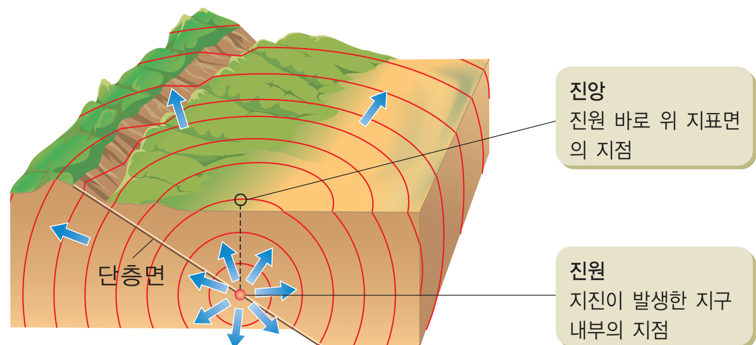


그림 Ⅱ-45 지진파의 전파_ 지진파는 진원을 중심으로 모든 방향으로 퍼져 나간다.

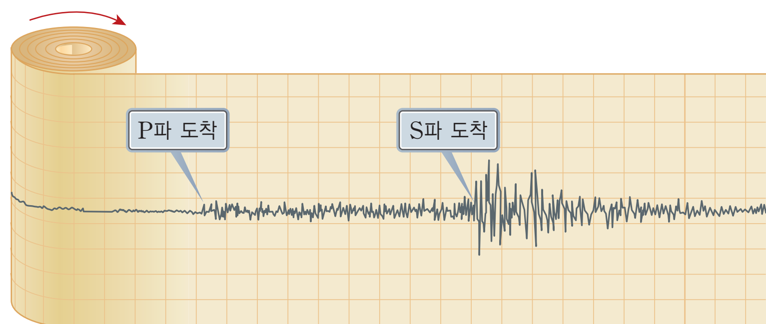


그림 Ⅱ-46 P파와 S파_ P파가 S파보다 더 빠르기 때문에 지진 기록계에 P파가 먼저 기록된다.

그림 Ⅱ-47은 지표 부근에서 지진이 발생했을 때 지진파가 지구 내부로 들어가면서 깊이에 따라 속도가 어떻게 변하는지를 나타낸 그래프이다.

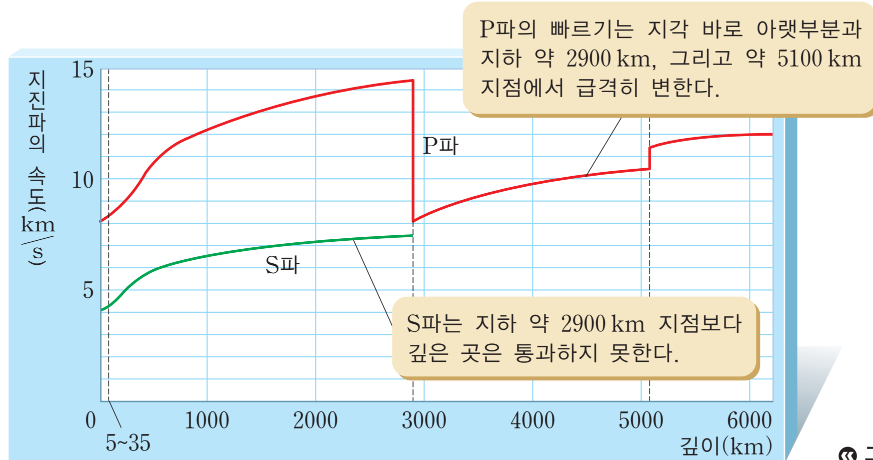


그림 Ⅱ-47 지진파의 속도 변화



지하 2,900 km 아래에서 S파가 기록되지 않는 이유는 무엇일까?

지구 내부의 구조

지진파의 연구를 통해 알아낸 지구의 내부는 자두의 구조에 비유할 수 있다. 자두가 껍질과 과육, 씨로 구성된 것처럼, 지구도 자두의 껍질에 해당되는 지각, 과육에 해당하는 맨틀 그리고 씨에 해당하는 핵으로 이루어져 있다.

지각은 지구 표면과 모호로비치치 불연속면(모호면) 사이의 암석으로 된 지구의 겉부분이다. 대륙 쪽의 지각은 평균 두께가 약 35 km에 달하고, 산맥 쪽은 더 두껍다. 반면에, 해양 쪽의 지각은 평균 두께가 약 5 km로 상대적으로 얇다.

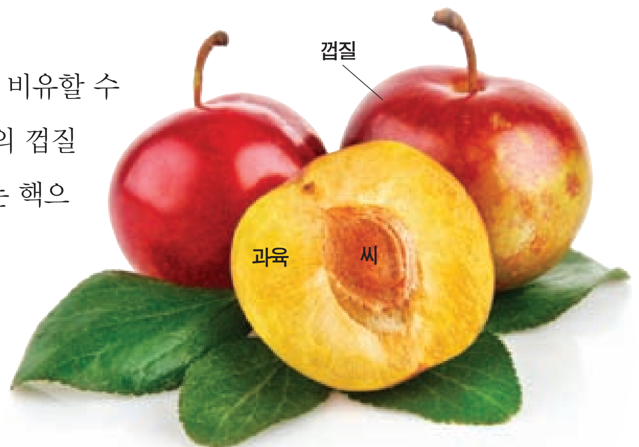


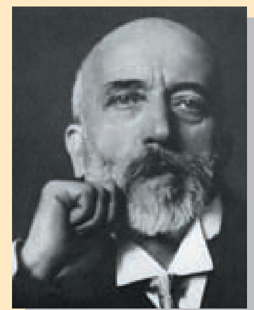
그림 Ⅱ-48 자두의 구조

과학 자료실 모호로비치치(Mohorovičić, A. ; 1857~1936)

옛 유고슬라비아 지질학자로, 프라하 대학을 졸업하고 자그레브 대학 교수가 되었다. 지각 구조의 연구에 지진파를 최초로 이용하였으며, 지각과 맨틀의 경계면을 발견하였다. 이 경계면은 그의 이름을 따서 '모호로비치치 불연속면' 또는 '모호면'이라고 한다.

모호로비치치는 1909년 10월 8일 발칸 반도에서 발생한 지진을 조사하다가, 지구 내부로 전파되던 지진파의 속도가 지하 35 km 부근에서 빠르게 변하며 휘어진다는 사실에 주목하여, 지구 내부는 지각과 다른 물질로 되어 있을 것으로 추정하였다.

모호로비치치의 모호면 발견 이후 구텐베르크에 의해 핵의 반지름이 밝혀졌고, 레만에 의해 내핵과 외핵 사이에 불연속면이 있다는 사실이 밝혀졌다.

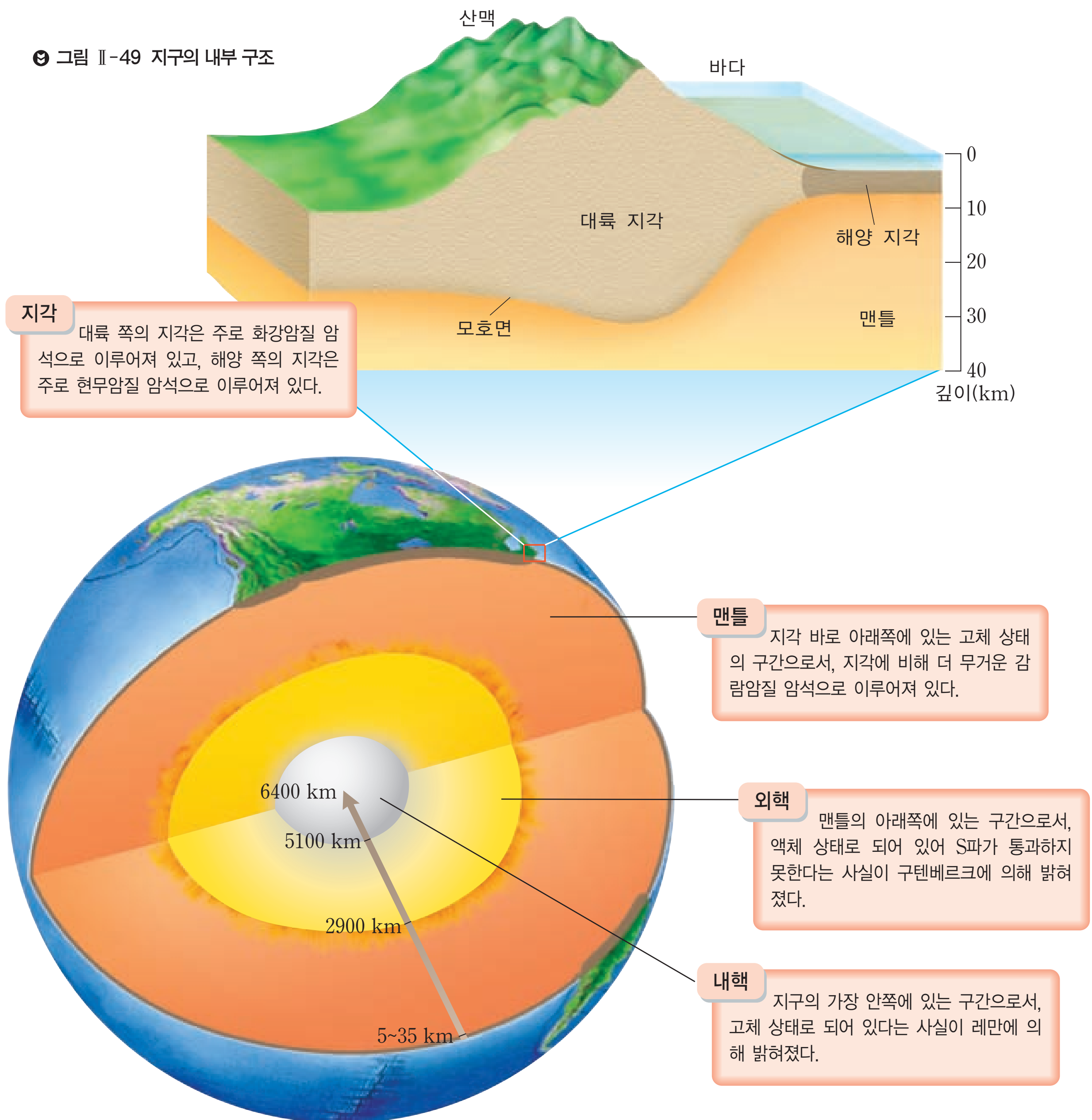


맨틀은 지각 바로 아래에 있는 두꺼운 암석층으로서, 지구 전체 부피의 80 % 이상을 차지하며, 그 두께는 2,900 km 정도이다.

지진파의 속도 분포 그래프를 보면 지하 약 2,900 km부터는 S파가 더 이상 진행하지 못한다. 그러므로 이 부분은 맨틀과는 달리 액체 상태로 이루어져 있다는 것을 알 수 있는데, 이곳으로부터 지구 중심까지를 **핵**이라고 한다. 핵은 지각이나 맨틀보다 무거운 철과 니켈 등의 금속 물질로 이루어져 있다.

깊이 5,100 km 부근에 이르면 P파의 속도가 갑자기 빨라지는데, 이곳에서부터 지구의 중심까지는 고체 상태로 추정된다. 따라서 핵은 액체 상태인 **외핵**과 고체 상태인 **내핵**으로 구분한다.

그림 Ⅱ-49 지구의 내부 구조





탐구 활동 지구 내부 모형 만들기

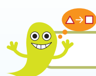
만들기

목·표

지구 내부 구조를 모형으로 만들 수 있다.

준·비·물

투명 필름, 자, 컴퍼스, 고무찰흙(4색), 가위, 셀로판테이프, 나무젓가락, 유성 펜



과정

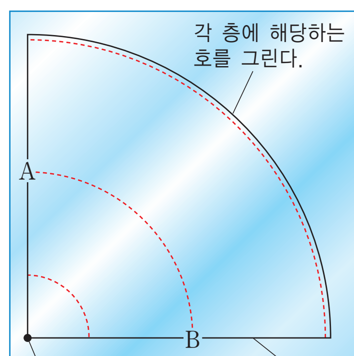
❶ 지구 내부의 실제 깊이 500 km를 1 cm로 가정하여 지구 내부 모형의 깊이를 구한다.

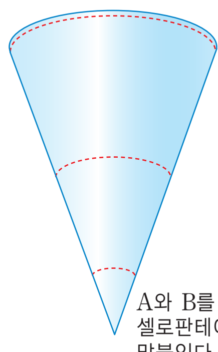
구분	내핵	외핵	맨틀	지각
실제 깊이(km)	6,400 ~ 5,100	5,100 ~ 2,900	2,900 ~ 35	35 ~ 0
지구 모형(cm)				

❷ 투명 필름의 한쪽 모서리에 지구 중심을 표시하고, 각 경계면에 해당하는 깊이를 찾아 호를 그린다.

❸ 투명 필름에 그린 가장 바깥쪽 호를 따라 가위로 오리고, 원뿔 모양이 되도록 필름을 감은 다음 셀로판테이프로 붙인다.

❹ 지구 내부 모형의 각 층에 색깔이 다른 고무찰흙을 채워 넣는다.







❺ 지구 내부 모형에 각 층의 이름을 적어 본다.



유·의·점

1. 가위나 투명 필름을 사용할 때에는 손에 상처가 나지 않도록 주의한다.
2. 고무찰흙을 채워 넣을 때에는 나무젓가락을 이용한다.



결과

1 지구 내부 구조 중 가장 얇은 층은 어디인가?

2 지구 내부 구조 중 가장 큰 부피를 차지하는 층은 어디인가?

자기 주도 학습

개념 확인하기

지구 내부를 직접적으로 조사하는 방법에는 어떤 것들이 있는가?

문제 응용하기

지진파의 속도 분포로 볼 때 지구 내부의 외핵과 내핵은 각각 어떤 상태로 예상할 수 있는가?

2-3 지권의 변화와 지각 변동



학습 목표

- 판 구조론의 발달 과정을 설명할 수 있다.
- 판의 운동과 지진, 화산 활동의 관계를 설명할 수 있다.
- 지진이나 화산 활동이 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

흩어진 퍼즐 조각을 맞추면 조각만으로는 상상할 수 없었던 전체 모양이 나타난다. 세계 지도는 16세기경에 만들어졌는데, 사람들은 흩어져 있는 대륙을 퍼즐 조각과 같이 한 덩어리로 맞출 수 있지 않을까 상상하였다. 대륙을 퍼즐처럼 맞출 수 있을까?

대륙의 이동과 판 구조론

세계 지도를 자세히 관찰해 보면 아프리카 대륙 서해안과 남아메리카 대륙 동해안의 가장자리가 퍼즐처럼 서로 잘 들어맞는 것을 발견할 수 있다. 이러한 현상은 우연히 일어난 것일까?

독일의 과학자 베게너는 마주 보는 두 해안선의 굴곡이 서로 잘 들어맞는 사실에서 과거에는 두 대륙이 하나로 붙어 있었다고 생각하였다. 이로부터 베게너는 과거에 하나였던 대륙이 분리되고 이동하여 현재와 같은 분포를 이루게 되었다는 **대륙 이동설**을 주장하였다.

약 3억 년 전

약 1억 3천만 년 전

약 6천만 년 전

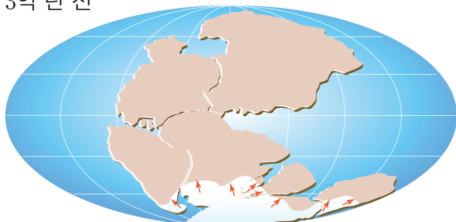
현재

그림 Ⅱ-50 대륙 이동의 과정

베게너는 해안선의 일치 이외에도 여러 대륙에서 발견되는 빙하의 흔적을 대륙 이동의 증거로 제시하였다. 여러 대륙에는 고생대의 빙하 흔적이 남아 있는데, 대륙을 하나로 모아 놓으면 이들의 분포가 쉽게 설명된다. 또 베게너는 서로 멀리 떨어진 대륙에서 같은 종의 고생물 화석들이 발견된다는 사실을 알아냈다. 만약 이들 대륙이 처음부터 멀리 떨어져 있었다면 여러 대륙에서 발견된 고생물의 화석이 그림과 같이 분포하지는 않을 것이다. 왜냐하면 이들은 대륙 사이를 스스로 건너갈 수 없는 생물이기 때문이다.

그림 Ⅱ-51 대륙 이동의 증거

3억 년 전

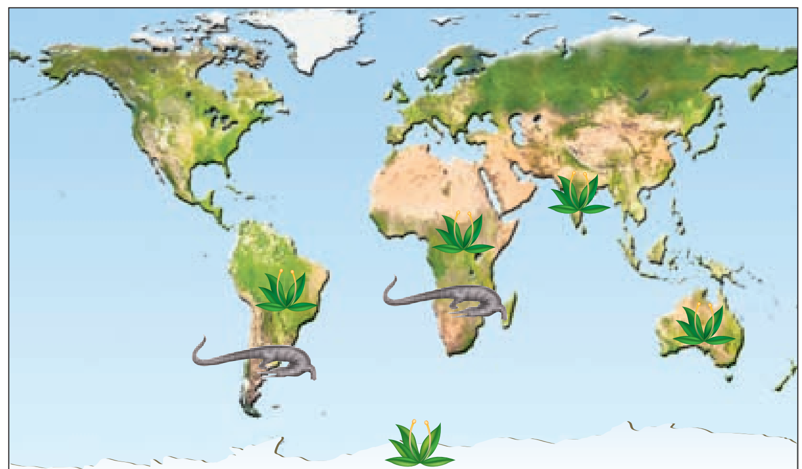


현재



→ 빙하의 이동 방향 □ 빙하의 흔적

빙하의 분포도



메소사우루스 글로소프테리스

고생물 화석의 분포

베게너가 제시한 대륙 이동에 관한 많은 증거는 현대 과학으로 볼 때 대부분 옳은 것이었지만, 당시의 과학자들은 그의 이론을 받아들이지 않았다. 오히려 그들은 베게너가 정규 지질학 교육을 받지 못한 무지에서 나온 이론이라고 비판하기까지 하였다. 이렇듯 대륙 이동설이 인정받지 못한 이유는 베게너가 대륙을 이동시키는 근본적인 힘의 원인을 명확하게 제시하지 못하였기 때문이다.

1929년 영국의 지질학자 홈스는 지구 내부의 온도 차이로 맨틀에서 대류가 일어나 대륙을 이동시킨다는 **맨틀 대류설**을 주장하였다. 그러나 홈스 역시 자신의 주장을 뒷받침할 만한 지질학적인 증거를 제시할 수 없었다.

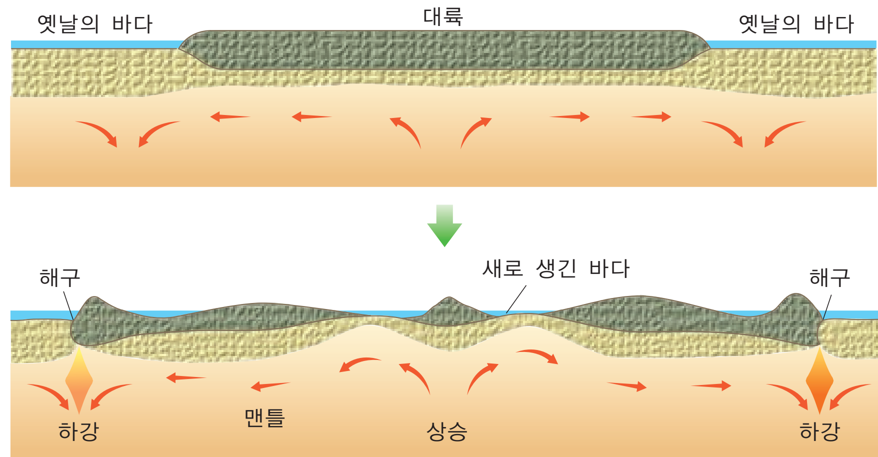
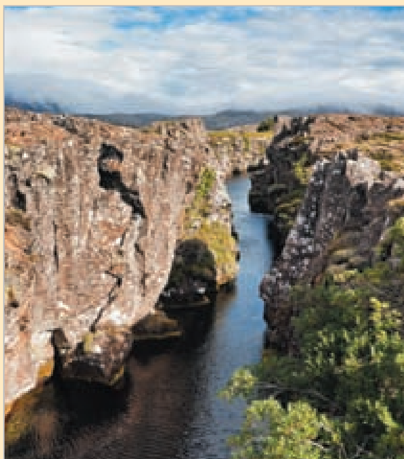


그림 Ⅱ-52 맨틀의 대류와 대륙의 이동

과학자료실 아이슬란드 열곡대





아이슬란드 열곡대

2010년 4월 14일 아이슬란드에서 다섯 번째로 규모가 큰 빙하의 지하에서 화산 가스와 용암이 분출하였다. 이 화산은 1,100년 동안 단 4차례 폭발하였고, 이전의 폭발은 1821년의 일로, 2010년의 폭발은 189년 만의 일이다.

이 화산에서는 거대한 화산재가 뿜어져 나왔고, 화산재는 대서양 상공의 약 11 km까지 올라간 뒤 바람을 타고 남동쪽으로 이동하여 영국과 북유럽 상공을 뒤덮었다. 이에 따라 영국, 덴마크, 프랑스 등 서유럽 국가 공항들은 항공기 운항을 전면 금지하였다. 화산재 속의 미세 먼지가 항공기 엔진으로 유입되면 엔진의 작동을 방해하여 엔진이 멈출 수도 있고, 화산재가 조종사의 시야를 방해할 수도 있기 때문이었다.

아이슬란드는 맨틀 대류의 상승류가 나타나는 곳에 위치하여 섬 가운데를 경계로 하여 양쪽의 지각이 서로 멀어지고 있는 열곡이 발달해 있는데, 이곳 주변에서는 화산 활동과 지진이 활발하게 일어나고 있다.

제2차 세계 대전이 끝난 후 과학 기술의 발달로 깊은 바다 밑을 탐사할 수 있게 되면서 해저 지형이 사람들에게 알려지게 되었다. 이러한 사실은 한동안 잊혀 가던 대륙 이동설이 다시 부활하는 계기가 되었다.

해저 탐사 결과, 바다 가운데에는 해령이라는 거대한 해저 산맥이 있으며, 해령에서 멀어질수록 해저를 이루고 있는 암석의 연령이 증가한다는 것이 밝혀졌다. 이와 같은 현상이 일어나는 이유는 무엇일까?

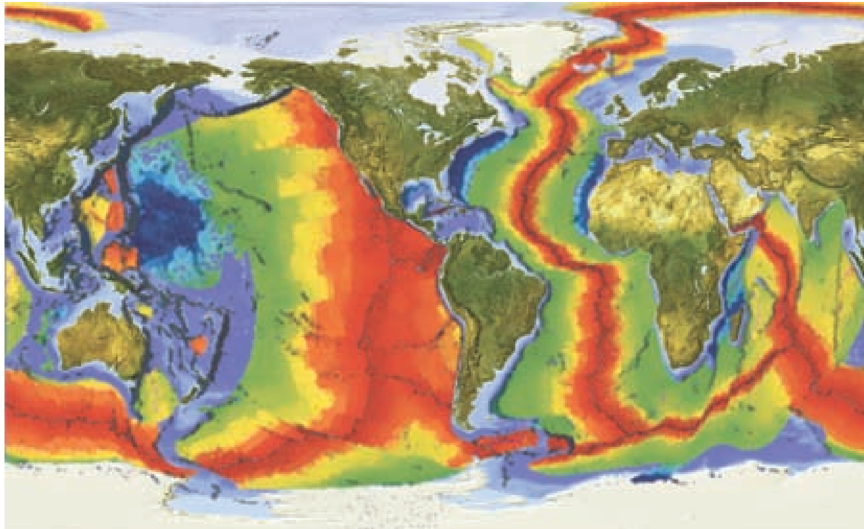


그림 Ⅱ-53 해저 지각의 나이 분포

해령에서 멀어질수록 해양 지각의 나이가 점점 많아진다는 사실로부터 해령에서 해양 지각이 만들어진 후 양쪽으로 이동한다는 것을 알 수 있다.

1962년에 미국의 과학자 헤스와 디츠는 그동안 밝혀진 해저 지형의 연구를 바탕으로 해령의 틈에서 마그마가 분출하여 새로운 해양 지각이 생겨나서 확장되어 간다는 **해저 확장설**을 발표하였다.

맨틀 대류설이나 해저 확장설은 가설을 입증하는 증거가 밝혀지기 전까지 많은 과학자들의 반대로 받아들여지지 못했다. 그러나 해양을 더욱 정밀하게 탐사하고, 광범위한 측정이 이루어지면서 얻어진 많은 자료의 뒷받침으로 대륙 이동설, 맨틀 대류설 그리고 해저 확장설이 모두 사실로 확인되었다.

그 결과 1970년대에 이르러 대륙 이동설이나 맨틀 대류설, 해저 확장설을 모두 포함하는 **판 구조론**이 등장하였다.

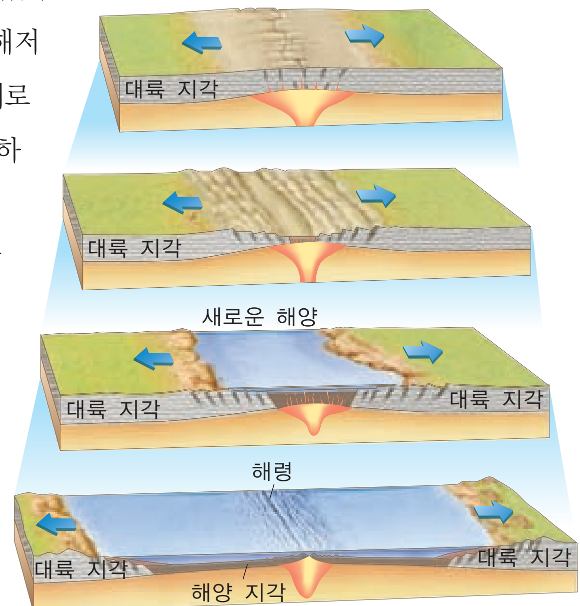


그림 Ⅱ-54 해저 확장 모식도

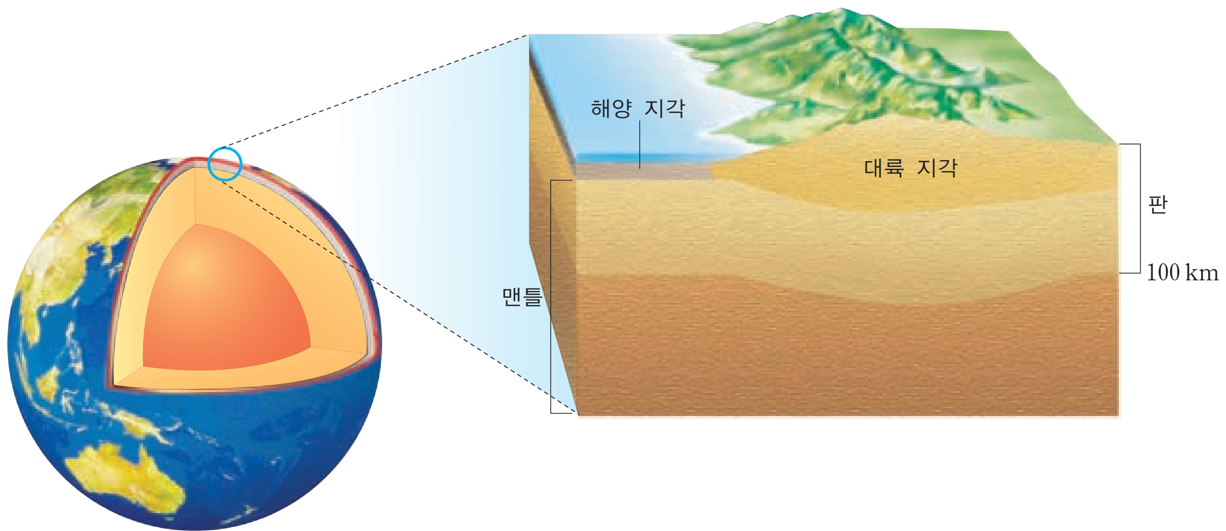


그림 Ⅱ-55 판의 구조

판 구조론에 의하면 지구의 표면은 축구공과 같은 여러 개의 조각으로 이루어져 있다. 그러나 축구공은 처음에 만들어진 그대로이지만, 지구를 둘러싼 조각은 마치 살아 있는 것처럼 움직이고 있다.

이와 같이 지구를 둘러싼 조각을 **판**이라고 하는데, 판은 지각과 상부 맨틀을 합친 딱딱한 암석으로 되어 있으며, 깊이는 지표면에서 100 km 정도까지이다.

즉, 지구의 표면은 크고 작은 여러 개의 판으로 나누어져 있으며, 크게 **대륙판**과 **해양판**으로 구분된다.

그림 Ⅱ-56 대륙 이동설에서 판 구조론까지의 발전 과정

1620년

철학자이며 과학자인 베이컨은 남아메리카와 아프리카의 해안선이 유사해 과거에는 대륙이 붙어 있었다고 생각하였다.

1912년

베게너는 대륙이 이동하여 현재와 같은 대륙 분포를 이루었다는 대륙 이동설을 주장하였다.

1929년

홈스는 대륙이 이동할 수 있는 원동력은 맨틀의 대류라는 맨틀 대류설을 주장하였다.



그림 Ⅱ-57 판의 분포_ 지구 표면은 크고 작은 여러 개의 판으로 이루어져 있다. 우리나라와 일본은 유라시아 판에 속한다.

이러한 판들은 맨틀의 대류에 의해 움직이는데, 판이 이동하면서 판과 판의 경계에서는 여러 가지 현상이 나타난다. 판의 이동 속도는 일 년에 수 cm에 불과하지만, 수억 년의 시간이 지나면 대륙의 위치가 크게 달라진다.

판과 판이 서로 멀어지는 경계에서는 **해령**이 만들어지고, 판과 판이 충돌하는 경계에서는 **해구**나 **습곡 산맥**, **호상 열도** 등이 만들어진다. 또한 판과 판이 서로 엇갈려 스쳐 지나가는 경계에서는 **변환 단층**이 만들어진다.

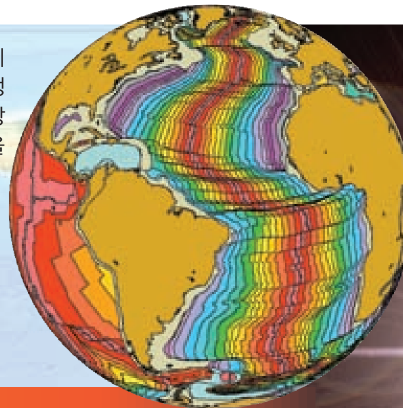
해령
해양판과 해양판이 멀어지면서 생기는 지형으로서, 해령의 중심부에는 V자 모양의 열곡이 발달한다.

해구
대륙판과 해양판이 충돌하는 곳에서 생기는 좁고 긴 골짜기

호상 열도
해구와 나란하게 활의 형태로 형성된 화산섬



헤스와 디츠는 해저에서 새로운 지각이 생성되면서 해저가 확장된다는 해저 확장설을 주장하였다.



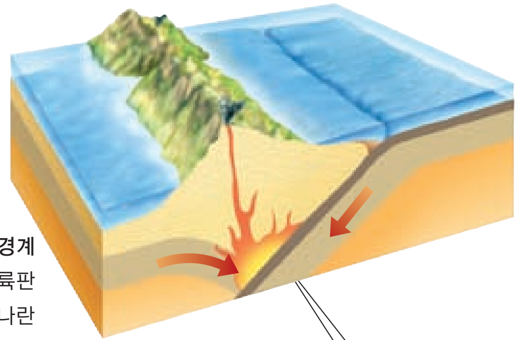
1962년

1970년대

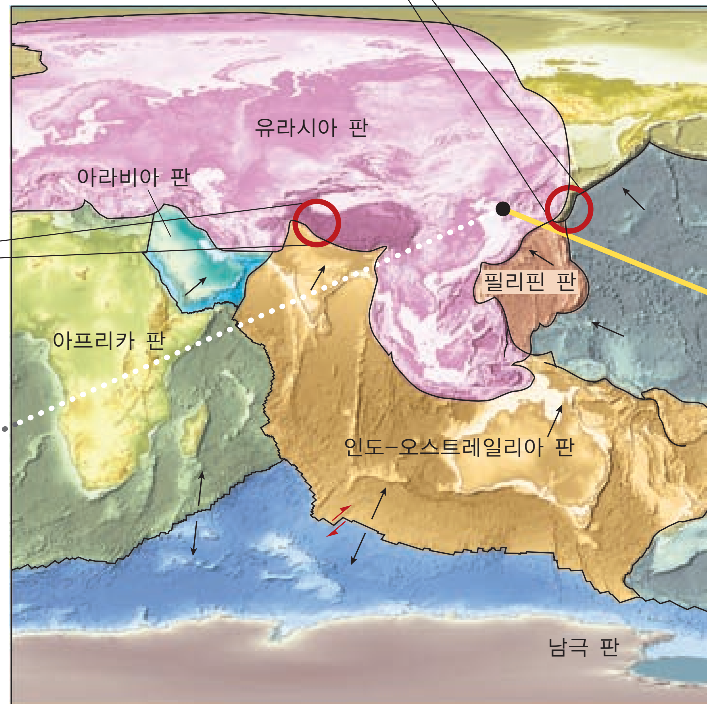
여러 과학자들의 연구를 통해 지구의 표면은 여러 개의 판으로 이루어졌다는 판 구조론이 등장하였다.

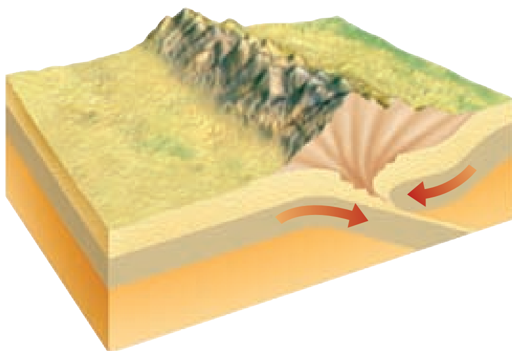


판의 경계에서 형성되는 지형

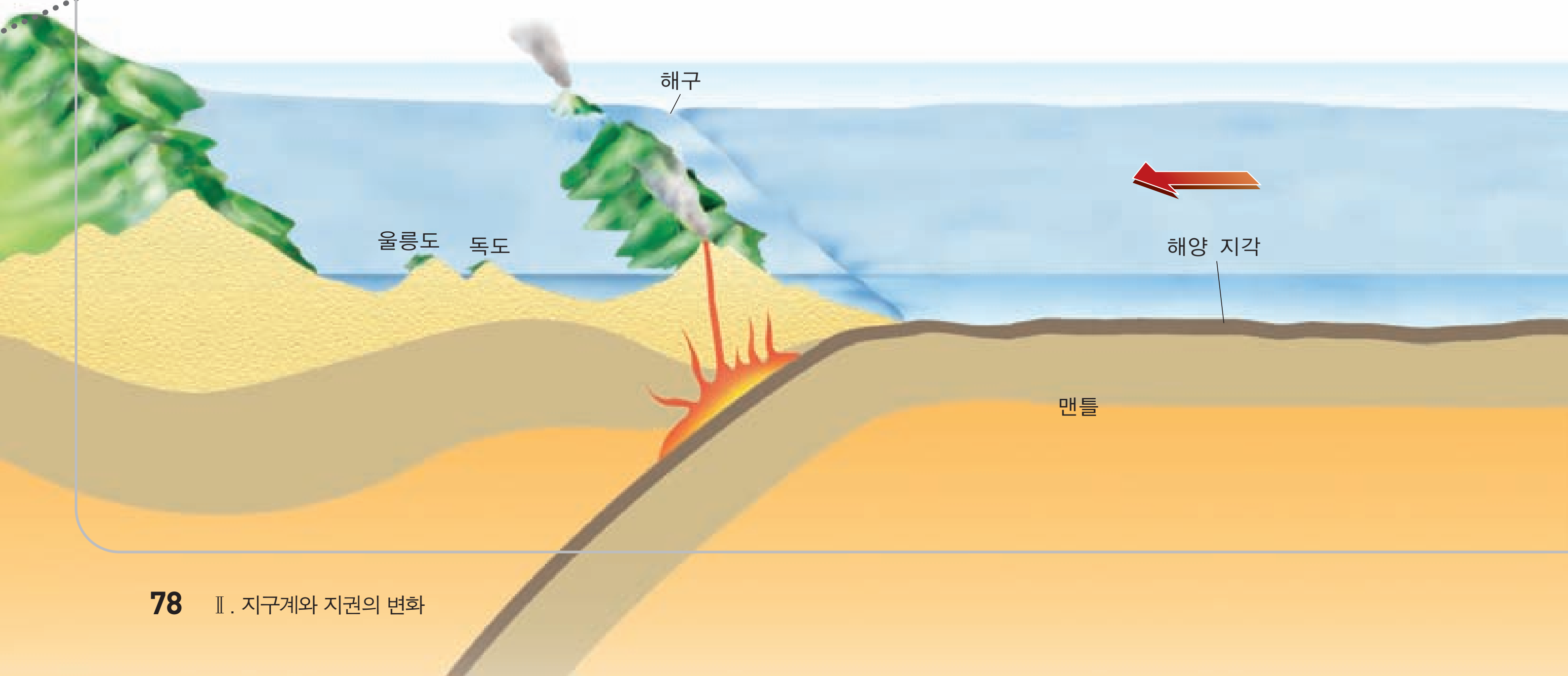


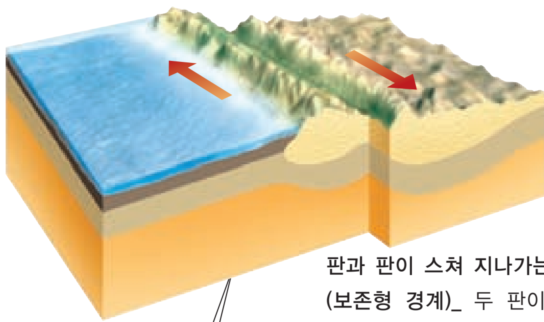
대륙판과 해양판이 충돌하는 경계(수렴형 경계)_ 해양판이 대륙판 아래로 비스듬히 내려가면서 나란하게 섬들이 형성된다. 일본과 알류샨 열도가 대표적인 예이다.



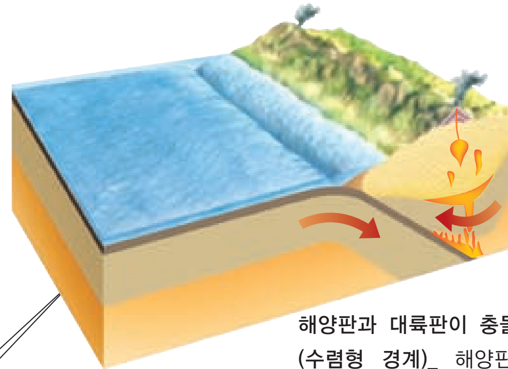


대륙판과 대륙판이 충돌하는 경계(수렴형 경계)_ 대륙판과 대륙판이 서로 부딪쳐 습곡 산맥이 만들어진다. 이와 같은 과정으로 히말라야 산맥이 형성되었다.

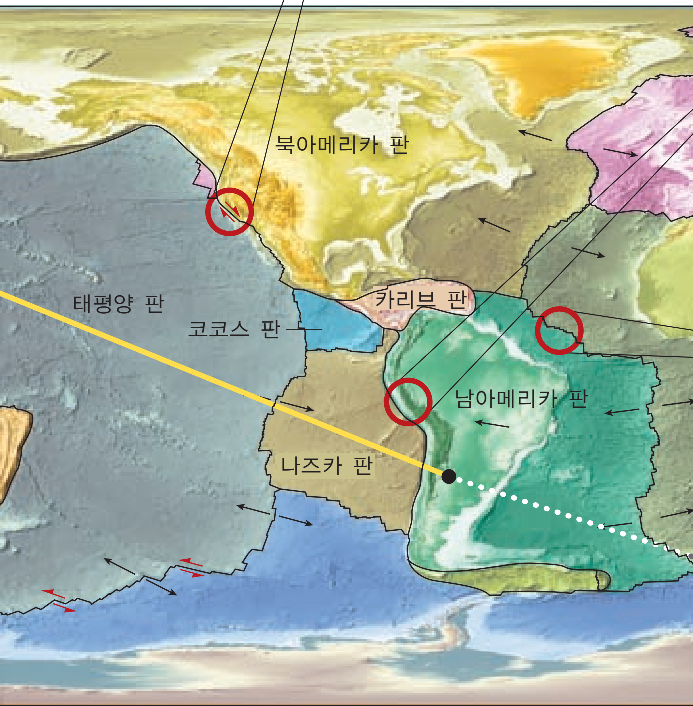


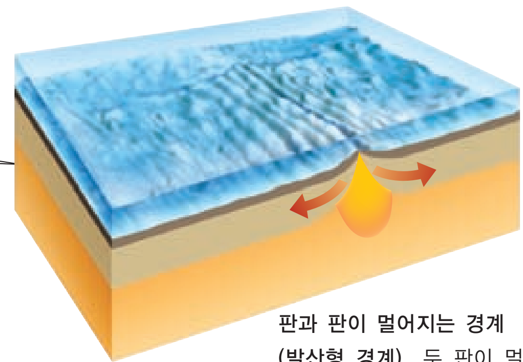


판과 판이 스쳐 지나가는 경계 (보존형 경계)_ 두 판이 서로 스쳐 지나가는 경계로서, 변환 단층이라고 한다. 미국 서부의 산안드레아스 단층이 대표적인 예이다.

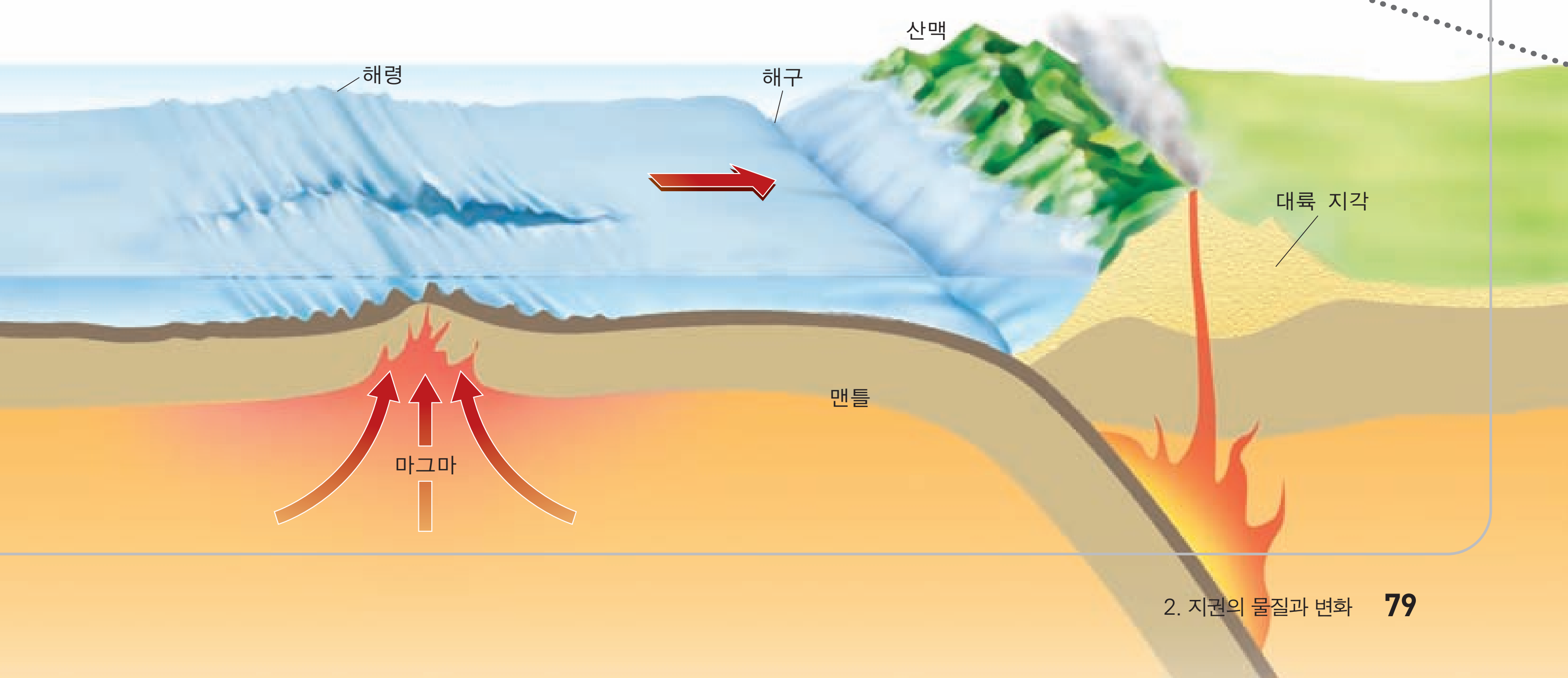


해양판과 대륙판이 충돌하는 경계 (수렴형 경계)_ 해양판이 대륙판 아래로 비스듬히 내려가면서 습곡 산맥이 형성된다. 칠레 해구와 안데스 산맥이 대표적인 예이다.





판과 판이 멀어지는 경계 (발산형 경계)_ 두 판이 멀어지는 경계에서는 새로운 해양 지각이 생기고 해령이 형성된다. 대서양 중앙 해령이 대표적인 예이다.



STEAM 융합

GPS를 활용한 판의 이동 속도 측정

판 구조론이 주된 학설로 인정받은 이후, 많은 지구 물리학자들에 의해 해저 지형을 구성하는 판들의 이동 속도를 측정하려는 시도가 있었다. 초창기에는 해저 확장설의 증거 중 하나였던 고지자기 기록을 활용하였다. 과거 지질 시대에는 지구 자기장의 방향이 수없이 바뀌었는데, 해저 암석에는 자기장 변화의 기록이 지금까지 남아 있다. 과거에는 이러한 자기장 방향의 변화 간격이 판의 이동 속도 측정에 이용되었다.

그러나 최근에는 인공위성을 이용하여 판의 이동 속도를 더욱 정밀하게 측정할 수 있게 되었다. 그중에서도 GPS를 이용한 방법을 널리 사용한다. GPS는 인공위성에서 제공하는 지리 정보를 이용하는 위치 기반 체계로서, 흔히 자동차 내비게이션이나 스마트폰 등에 자주 쓰인다. 이 체계를 이용하여 장기간에 걸쳐 모든 대륙의 위치 변화 자료를 수집하고, 그 결과를 바탕으로 판의 이동 속도를 간단하게 구할 수 있는 것이다. 그 결과 판의 이동 속도는 2.5~15 cm/년으로, 지역마다 큰 편차를 나타내는 것을 알 수 있었다. 이러한 GPS는 지구 물리학 외에도 천문학과 해양학 등 다양한 분야의 연구에서 활용되고 있다.







그림 Ⅱ-58 인도네시아 자와 섬_ 판의 경계와 나란하게 화산이 줄지어 늘어서 있다.

화산과 지진

화산 활동과 지진은 지구 내부 활동에 의해 발생하는 자연 현상으로서, 생물의 활동에 큰 영향을 미친다. 또한 지구 상에서 고르게 발생하는 것이 아니라 특정 지역에서만 자주 발생하는 경향이 있다. 이와 같이 화산 활동과 지진이 특정 지역에 집중되어 나타나는 이유는 무엇일까?

지하에서 생성된 마그마가 지각의 약한 부분이나 틈을 뚫고 올라오면서 용암, 화산 쇄설물 등이 쌓여서 만들어진 산을 **화산**이라고 한다.

화산 활동은 태평양 주변과 지중해 주변 지역 등에서 주로 발생한다. 화산 활동 지역을 지도 상에 표시하면 거대한 띠 모양을 이루는데, 이를 **화산대**라고 한다. 특히 태평양 주변의 화산대는 화산이 자주 발생하는 지역으로 **'불의 고리'** 라고 부르는데, 이곳에서의 화산 활동을 판의 운동과 연관 지어 보면 주로 판과 판이 충돌하는 수렴 경계 지역임을 알 수 있다.

지구 내부의 힘에 의해 땅속 지층이 끊어질 때 발생하는 충격으로 땅이 흔들리는 현상을 **지진**이라고 한다. 지진이 자주 발생하는 지역도 화산대처럼 거대한 띠 모양으로 나타나는데, 이를 **지진대**라고 한다. 대표적인 지진대에는 환태평양 지진대, 알프스·히말라야 지진대, 중앙 해령 지진대 등이 있다.


더 자세히

천발 지진과 심발 지진

진원의 깊이가 70 km 이내인 지진을 천발 지진, 70 ~ 300 km인 지진을 중발 지진, 300 km 이상인 지진을 심발 지진이라고 한다.





그림 Ⅱ-59 히말라야 산맥_ 알프스·히말라야 지진대에 속해 있어 지진이 자주 발생한다.

지진대도 화산대와 같이 판 경계에 주로 분포하는데, 수렴형 경계뿐만 아니라 해령과 같은 발산형 경계와 보존형 경계에도 지진대가 분포한다.

이와 같이 화산대와 지진대가 판의 경계와 거의 일치하는 이유는 판의 경계에서 지각 변동이 활발하게 일어나기 때문이다.

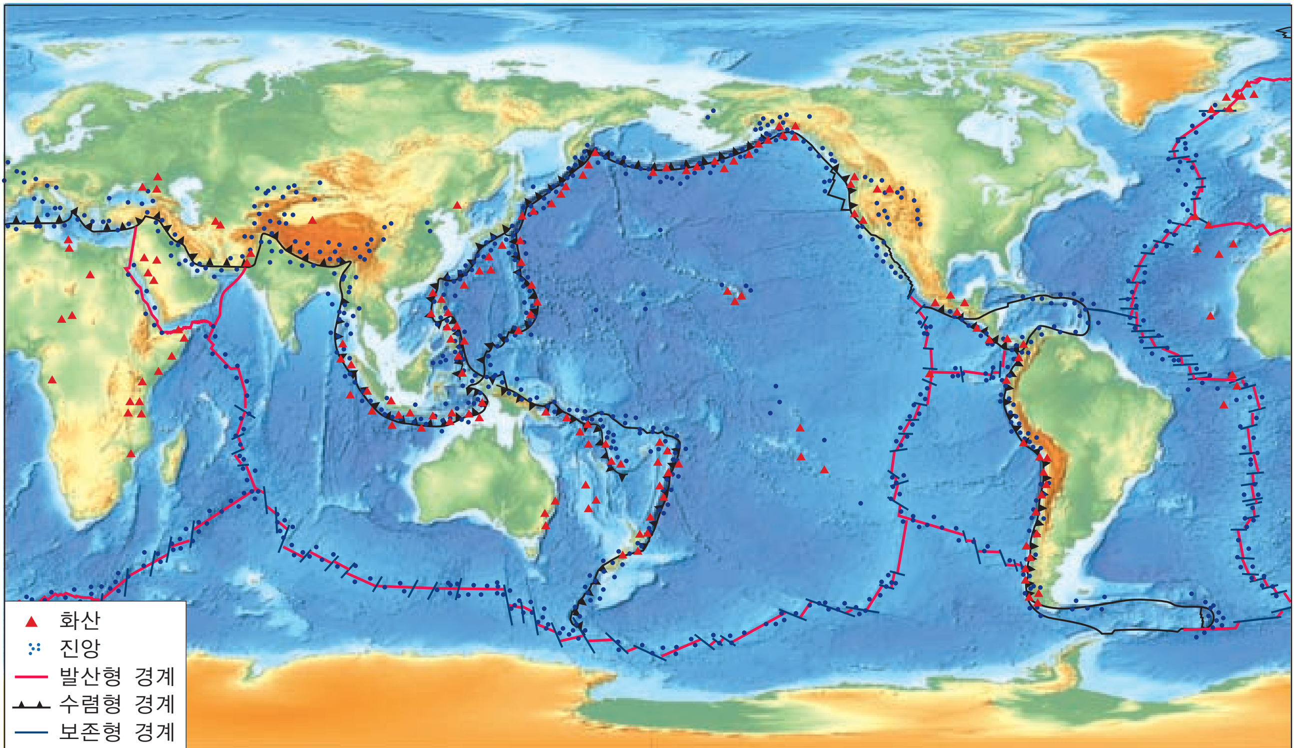


그림 Ⅱ-60 화산대와 지진대

우리나라는 일본에 비해 화산 활동이나 지진과 같은 지각 변동이 상대적으로 적게 일어난다. 그 이유는 우리나라는 유라시아 판의 내부에 위치한 반면에, 일본은 유라시아 판과 태평양 판, 필리핀 판이 서로 모여드는 판의 경계에 위치하기 때문이다.

1991년 필리핀의 피나투보 화산 폭발로 고온의 용암과 함께 화산재와 수증기가 대량으로 분출되어 수많은 농경지가 사라지고, 4만여 채의 집이 파괴되었으며, 900여 명이 목숨을 잃었다. 1992년 일본의 운젠 화산 폭발 때에는 화산재와 흙, 암석 조각들이 빗물에 뒤섞여 만들어진 화산 이류가 산비탈을 타고 흘러내리면서 마을을 덮쳐 큰 피해를 주었다. 2010년 4월에 발생한 아이슬란드의 화산 폭발로 유럽의 여러 공항에서 항공기 운행이 중단되어 인적 교류와 물류 운송 등 경제에 큰 손실을 가져왔다.

이와 같이 화산 활동에 의해 큰 피해를 보기도 하지만, 화산을 잘 활용하면 도움을 얻을 수도 있다. 예를 들면, 화산 분출물에 포함된 광물을 분석하여 지구 내부에 대한 정보를 얻을 수 있다. 또한 화산 활동 결과 토양의 성분이 변하여 농작물의 생산량이 증가하기도 하고, 화산 지역의 지열 에너지를 난방, 온실 등에 이용할 수도 있다. 그뿐만 아니라 화산 자체가 중요한 관광 자원이 되기도 한다.

그림 Ⅱ-61 화산이 주는 피해와 혜택

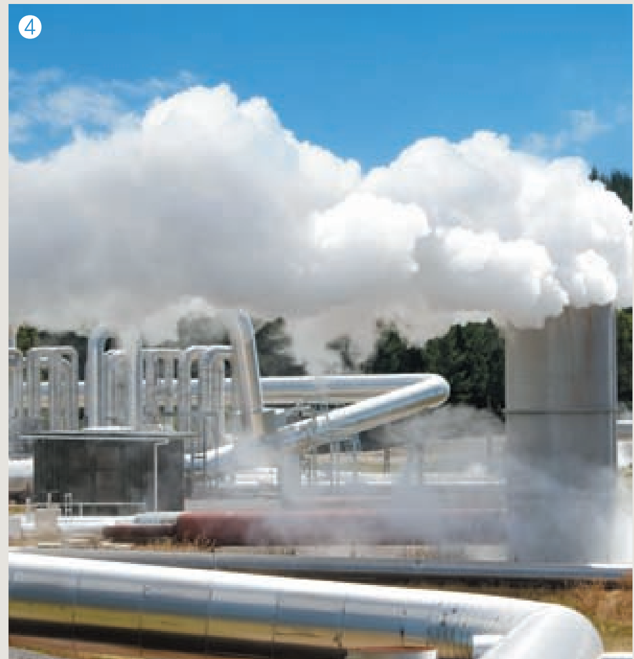


❶ **2010년 아이슬란드 화산 폭발**_ 대량의 화산재와 수증기가 분출되어 항공기 운행이 중단되고 많은 경제적인 손실을 가져왔다.



❷ **화산 이류**_ 화산재와 흙, 암석 조각들이 빗물과 섞여 흘러내리면서 마을에 큰 피해를 주었다.







❸ **온천**_ 땅속의 열에 의해 데워진 지하수가 온천 지대를 형성하고 있다.

❹ **지열 발전소**_ 땅속에서 나오는 높은 열을 이용하여 지역 난방에 활용하고 있다.

❺ **화산 분출물**_ 화산 분출물에 포함된 유용한 광물을 얻을 수 있다.





그림 Ⅱ-62 지진에 의한 피해
❶ 지진 해일(쓰나미)
❷ 중국 쓰촨 성 지진

지진 해일
주로 깊은 해저에서 지진이 발생할 때 생기는 해일을 말한다. 먼 바다에서는 잘 느껴지지 않지만, 해안으로 접근하면서 파도의 높이가 수십 m까지 상승하여 인명과 재산에 큰 피해를 주고 있다.

지진의 피해에는 건물의 붕괴, 철로 및 도로의 파괴 등 직접적인 피해와 **지진 해일(쓰나미)**, 화재, 산사태 등에 의한 간접적인 피해가 있다. 2011년 3월 일본 동부 해안 일대가 지진과 지진 해일로 폐허가 되었다. 당시 지진과 지진 해일의 영향으로 후쿠시마 원자력 발전소와 그 주변 지역 및 바다가 방사능에 오염되는 최악의 상황이 발생하였다.

우리나라는 판의 경계에서 조금 벗어나 있어 안전지대인 것으로 생각하기 쉽지만, 화산 폭발이나 지진의 위험에서 완전히 벗어나 있다고 할 수는 없다. 과거 백두산과 한라산에서도 화산 폭발이 있었으며, 매년 7~8회 정도의 강한 지진이 한반도와 그 주변에서 관측되고 있다.

근래에 화산과 지진의 피해를 최소화하기 위하여 예보 능력을 향상시키기 위한 연구가 많이 이루어지고 있다. 그러나 오늘날의 기술로는 지진이나 화산 폭발이 발생하는 정확한 시간과 규모를 예측하기 어렵다. 따라서 우리도 화산 폭발과 지진에 대한 정확한 이해와 이에 대한 대비가 필요하다.





그림 Ⅱ-63 지진의 피해를 줄이는 설계
❶ 우리 조상들의 건설 기술_ 기둥을 주춧돌의 굴곡에 맞추어 깎아 내거나 지형지물의 외부 모양에 맞추어 기초를 세워 지진에 의한 진동에 유연성을 갖도록 하였다.
❷ 원자력 발전소 공사 현장_ 단단한 암반 위에 설계하여 지진의 피해를 줄이고 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

우리나라 부근보다 일본에서 지진이 자주 일어나는 이유는 무엇인가?

과학과 환경 연관 짓기

화산 폭발이 지구 기후 변화에 어떤 영향을 미치는지 알아보자.

지진 발생 시 대처 방법

실내에서



지진의 진동을 느끼면 탁자나 책상 밑으로 피한다.



당황하지 말고 사용하던 전열기나 가스레인지 등을 끈다.



화재 발생 시 "불이야!" 하고 크게 소리를 질러 주위에 도움을 청한 후 소화기 등으로 불을 끈다.

실외에서



문이 뒤틀려 열리지 않을 수 있으므로 재빨리 문을 열어 탈출구를 확보한다.



좁은 길이나 담 근처로 피신하지 말고, 간판 등은 떨어지기 쉬우므로 주의한다.



산이나 해안에서 지진을 만나면 산사태나 해일의 위험이 없는 평지 또는 해안에서 멀리 떨어진 언덕으로 대피한다.

지진이 멈추었을 때



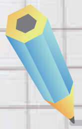
대피할 때에는 차를 타지 말고 걸어서 이동한다.



주위의 부상자를 확인하고 응급 치료를 실시한다.

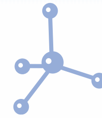


텔레비전이나 라디오의 재난 방송을 통해 지진 상황을 계속해서 확인한다.



대단원 마무리

Ⅱ. 지구계와 지권의 변화


개념 정리하기

- 지구
  - 구성 요소
    - 외권
    - 기권
    - (㉠)
    - 생물권
    - (㉡)
  - 상호 작용
    - 에너지
      - 태양 복사 에너지
      - 지구 내부 에너지
      - 조석 에너지
    - 물의 순환
    - 탄소의 순환
  - 지각의 구성 물질
    - 광물의 특성
      - 색, 조흔색
      - 쪼개짐과 깨짐
      - (㉢)
      - 굳기
      - 자성과 염산 반응
    - 암석
      - 화성암
        - 화산암
        - 심성암
      - 퇴적암
        - 퇴적 작용
        - 층리, 화석
      - 변성암
        - 변성 작용
        - 엽리
    - 구조
      - 지각
      - (㉣)
      - 핵
  - 지각 변동
    - 이론
      - 대륙 이동설
      - 맨틀 대류설
      - 해저 확장설
      - (㉤)
    - 화산, 지진

먼지 화산 태양 복사 에너지 반사 지구 복사 에너지 구름 생물권 강수 눈, 빙하 기권 증발 바람 융기 대륙 지각 해양 지각 마그마

석영 (육각기둥 모양)
흑운모 (얇은 판 모양)

대륙 지각 해양 지각 지각 외핵 내핵

유라시아 판 북아메리카 판 아프리카 판 태평양 판 인도-오스트레일리아 판 남아메리카 판 남극 판

═ 발산 경계 ┴┴ 수렴 경계 — 보존 경계

개념 적용하기



1 계에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

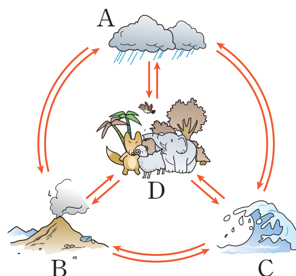
보기
ㄱ. 하나의 기관이나 구조를 칭한다.
ㄴ. 우리 몸은 하나의 계로 이루어져 있다.
ㄷ. 지구계는 지권, 수권, 기권, 생물권, 외권으로 이루어져 있다.
ㄹ. 계를 이루는 구성 요소 사이에는 상호 작용이 일어난다.

① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

2 다음 글의 빈칸에 각각 알맞은 말을 쓰시오.

지구를 구성하는 각 영역은 마치 생태계의 생물들처럼 서로 영향을 주고받으며 지구 환경을 유지하고 있다. 따라서 최근에는 지구를 생태계나 하나의 생명체와 같은 (㉠)(으)로 여기고 종합적으로 연구하고 있다. (㉠)은/는 지권, 수권, 기권, (㉡) 그리고 지구 대기권 밖의 (㉢)(으)로 이루어져 있다.

3 그림은 지구계를 이루는 권들을 나타낸 것이다. 각 권의 특징에 대한 설명으로 옳은 것은?



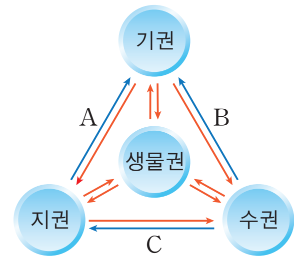
① A는 호흡과 광합성에 필요한 성분을 포함하고 있다.
② B는 모두 고체 상태이며, 변화가 가장 빠르다.
③ C는 모두 염수로서, 바다에 분포한다.
④ B는 C~D와 상호 작용이 거의 없다.
⑤ D는 A~C 중 주로 A에 분포한다.

4 생물권에 대한 설명으로 옳은 것을 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?

보기
ㄱ. 지권, 수권, 기권 모두에 분포한다.
ㄴ. 주로 지권과 수권의 깊은 곳에 분포한다.
ㄷ. 지구 환경의 변화는 생물계를 변화시켰다.
ㄹ. 지구 탄생 후 생물권은 점차 단순해졌다.

① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄷ, ㄹ

5 그림은 지구계 구성 요소 간의 상호 작용을 나타낸 것이다. A, B, C에 해당하는 옳은 예를 〈보기〉에서 있는 대로 고른 것은?



보기
ㄱ. A – 화산 폭발로 기후 변화가 일어난다.
ㄴ. B – 강수로 바닷물의 염분이 감소한다.
ㄷ. C – 바닷물에서 물질이 침전되어 퇴적암이 된다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

6 다음은 지구계에서 일어나는 현상들이다.

(가) 밀물과 썰물
(나) 물의 순환
(다) 화산 활동과 지진

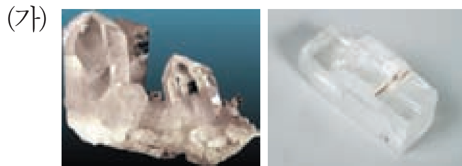
(가)~(다)의 현상을 일으키는 에너지원은 각각 무엇인지 쓰시오.

개념 적용하기



7 그림 (가), (나)는 각각 광물을 구별하는 어떤 특성인지 쓰시오.

(가)



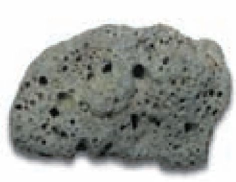
(나)



8 그림은 두 종류의 화성암을 나타낸 것이다. 구성 알갱이의 크기가 다른 이유와 관계 깊은 것은?



화강암



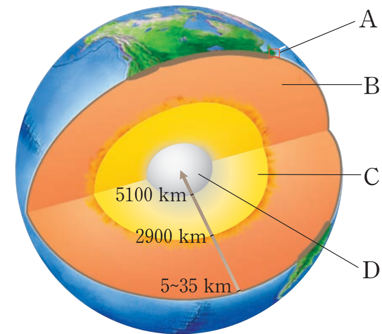
현무암

① 암석이 받은 압력
② 변성될 때의 온도
③ 마그마의 식는 속도
④ 구성 알갱이의 모양
⑤ 구성 알갱이의 성분

9 다음 중 수평 방향의 줄무늬나 화석이 발견되기도 하는 암석은?

① 셰일　② 유문암
③ 현무암　④ 편마암
⑤ 대리암

10 다음은 지구 내부의 층상 구조를 나타낸 것이다. A~D에 해당하는 층의 이름을 쓰시오.



11 베게너가 대륙 이동설의 근거로 제시한 것을 〈보기〉에서 모두 고르시오.

보기

ㄱ. 판의 경계에서 화산이나 지진 활동이 많이 일어난다.
ㄴ. 여러 대륙에서 발견되는 빙하의 흔적이 서로 연결된다.
ㄷ. 멀리 떨어진 대륙에서 같은 종의 고생물 화석이 발견된다.
ㄹ. 해령에서 멀어질수록 해저를 이루고 있는 암석의 나이가 많다.
ㅁ. 아프리카 대륙 서해안과 남아메리카 대륙 동해안의 가장자리가 퍼즐처럼 잘 맞는다.

12 지구 표면은 여러 개의 판으로 나누어져 있다. 판과 판이 서로 멀어지는 발산형 경계에서 나타나는 지형은?

① 해령　② 해구
③ 습곡 산맥　④ 변환 단층
⑤ 호상 열도

개념 응용하기

탐구력 기르기

1 다음은 지구계에서 두 권의 상호 작용으로 나타나는 현상이다. 이에 해당하는 두 권을 각각 쓰시오.

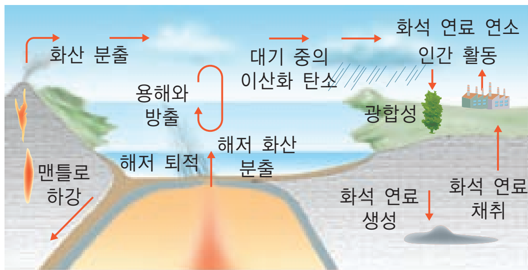
(1) 해저 지진에 의한 해일의 발생: (　　,　　)

(2) 해류의 변화에 따른 기후 변화: (　　,　　)

(3) 육지 식물의 호흡과 광합성: (　　,　　)

과학 글쓰기

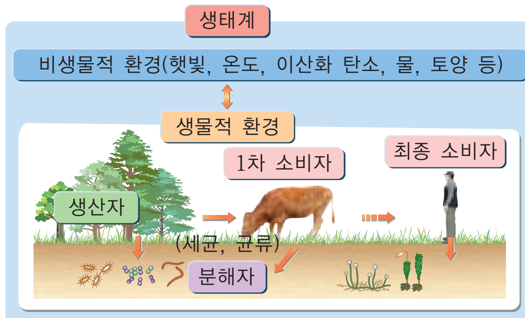
2 그림은 지구계에서 탄소의 순환 과정을 나타낸 것이다.



최근 대기 중의 탄소가 증가하는 이유는 무엇이며, 그 때문에 나타나는 현상은 무엇인지 서술하시오.

과학 글쓰기

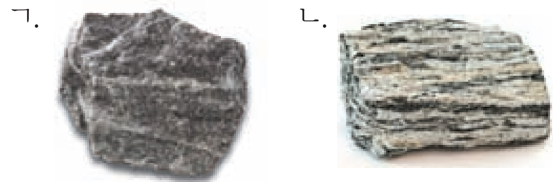
3 그림은 생태계의 모습을 나타낸 것이다.



생태계의 변화 요인은 무엇이며, 생태계 변화가 인류에게 미치는 영향은 무엇인지 서술하시오.

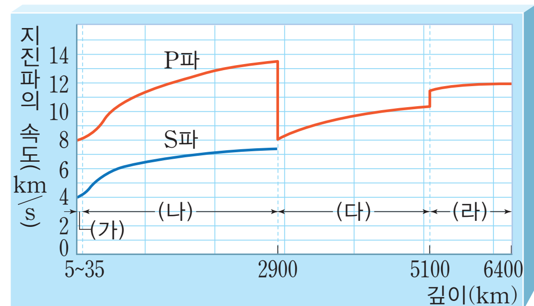
탐구력 기르기

4 그림은 셰일이 변성되어 만들어진 변성암의 두 종류를 나타낸 것이다. 온도와 압력의 영향을 더 크게 받은 암석은 어느 것인가? 또 그렇게 생각한 이유는 무엇인지 서술하시오.



과학 글쓰기

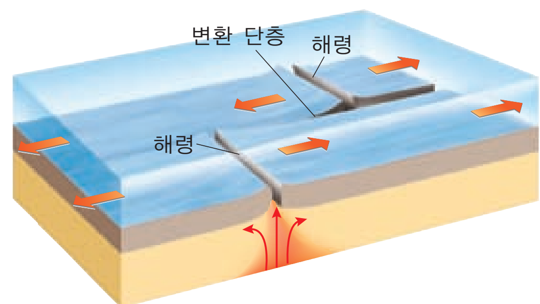
5 그림은 지표 부근에서 지진이 발생했을 때 깊이에 따른 지진파의 속도 변화를 나타낸 것이다.



2,900 km보다 깊은 곳에서 S파의 속도가 기록되지 않는 이유를 층의 상태와 관련지어 서술하시오.

과학 글쓰기

6 그림은 판과 판이 스쳐 지나가는 변환 단층을 나타낸 것이다. 이 경계에서 판의 생성 또는 소멸 관계를 쓰시오.



뉴턴(Newton, I. ; 1642～1727)



뉴턴은 영국의 물리학자이자 수학자이며 천문학자로서, 근대 과학의 성립에 크게 기여하였다. 뉴턴은 갈릴레오가 죽은 지 1년이 채 안 된 1642년에 영국의 조용한 시골에서 태어났으며, 24세에 케임브리지 대학교 트리니티 컬리지에서 학위를 받은 후 빛의 여러 가지 성질, 힘과 운동의 법칙 등을 발견하였다.

그는 "자연은 일정한 법칙에 따라 운동하는 복잡하고 거대한 기계"라고 주장하였으며, 그 법칙들을 연구하는 데 자신의 일생을 바쳤다.





Ⅲ 힘과 운동

❖ 이 단원에서는

파도타기는 파도에 몸을 실어 균형을 유지하며 즐기는 수상 스포츠이다. 파도 타기에서 파도를 타는 사람은 어떤 힘을 받아 운동하게 되는 것일까?

우리 주변의 여러 가지 물체들은 끊임없이 운동을 하고 있다. 그리고 모든 물체에는 한 가지 이상의 힘이 작용하고 있다. 물질의 구성과 생명 활동 및 지구와 우주에서 일어나는 모든 현상에는 힘과 운동이 관련되어 있다.

이 단원에서는 여러 가지 힘을 알고 힘의 작용에 따라 물체의 운동이 어떻게 변하는지를 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

힘





힘

과학에서 사용하는 힘의 의미는 일상생활에서 사용하는 힘과 어떻게 다를까?



중력

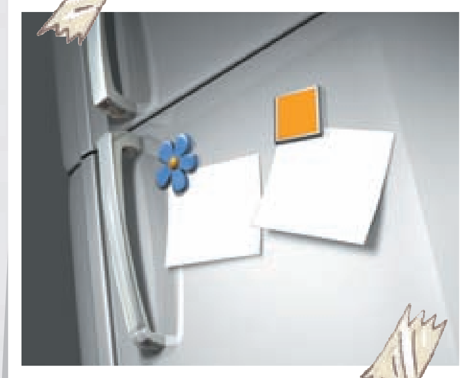
지구 위에 있는 물체들이 지구 밖으로 날아가기 어려운 이유는 무엇일까?

우리는 일상생활에서 힘을 주어 물체를 이동시키는 여러 가지 활동을 한다. 예를 들어, 축구공을 찰 때 발로 축구공에 힘을 주면 축구공은 빠르게 운동한다. 힘이란 무엇이며, 힘의 종류에는 어떤 것이 있을까? 또 한 물체에 여러 가지 힘이 동시에 작용할 때 이 힘들을 하나의 힘으로 나타낼 수 있을까?



전기력

전기를 띤 물체들 사이에도 밀거나 당기는 힘이 작용할까?



자기력

자석이 철에 붙는 이유는 무엇일까?



탄성력

고무줄이나 용수철을 변형시켰을 때 느낄 수 있는 힘의 정체는 무엇일까?

힘의 합력

물체에 두 힘이 동시에 작용하고 있으면 두 힘의 합력에 의한 힘의 방향과 크기는 어떻게 구할까?





마찰력

신발 바닥의 재료나 모양에 따라 미끄러운 정도가 달라지는 이유는 무엇일까?

1-1 힘의 뜻



학습 목표

- 힘은 두 물체 사이의 상호 작용임을 설명할 수 있다.
- 힘이 작용할 때 나타나는 변화를 설명할 수 있다.
- 힘을 화살표로 표시할 수 있다.

우리는 일상생활에서 힘이라는 단어를 여러 가지 의미로 사용한다. 하지만 일상생활에서 사용하는 힘의 의미는 과학에서 말하는 힘의 의미와 다른 경우도 있다. 과학에서는 힘을 어떻게 정의하고 어떤 의미로 사용하는 것일까?

다음은 일상생활에서 힘이라는 단어가 사용되는 여러 가지 상황이다. 여기서 힘이 어떤 의미로 사용되는지 알아보고, 힘을 다른 말로 바꾸어 보자.



① 선생님의 말씀이 내게 **힘**이 되었다. ➡ ☐



② 가방이 무거워서 들기 **힘들어**. ➡ ☐

힘



③ 너무 많이 뛰었더니 이제는 더 이상 **힘**이 없어. ➡ ☐



④ 발로 공에 **힘**을 가하여 멀리 차보자. ➡ ☐

위 그림에서 ①은 도움이나 의지, ②는 어려워, ③은 에너지로 각각 바꿀 수 있지만 ④는 힘을 다른 말로 바꿀 수 없다. 발로 공에 가하는 힘은 발과 공이라는 물체 사이에 서로 작용하는 것으로, 이때의 힘을 과학에서 말하는 힘이라고 한다.

힘의 효과

힘이 물체 사이에 서로 작용하는 것이라면 힘을 받은 물체는 어떻게 될까?

정지해 있던 야구공에 힘을 작용시켜 던지면 야구공은 빠르게 날아간다. 또한 스케이트 선수는 얼음판 위에서 움직일 때, 얼음판과 스케이트 사이에 작용하는 힘을 작게 하거나 크게 하여 빠르기를 조절할 수 있다.

한편, 기왓장에 갑자기 큰 힘을 작용시키면 힘을 받은 기왓장은 깨어지면서 모양이 변한다. 또 풍선을 손가락으로 누르면 풍선의 모양이 변한다.

이처럼 정지해 있거나 움직이던 물체에 힘을 작용하면 물체의 빠르기가 변하기도 하고, 물체가 깨지거나 늘어나는 등 물체의 모양이 변하기도 한다. 즉, 힘은 물체의 빠르기나 모양을 변화시키는 원인이 된다.

스스로 해결하기
힘은 물체의 (　　)나 모양을 변화시키는 원인이다.

잠깐 체크 우리 주변에서 물체에 힘이 작용하여 물체의 빠르기가 변하는 예를 더 찾아보자.

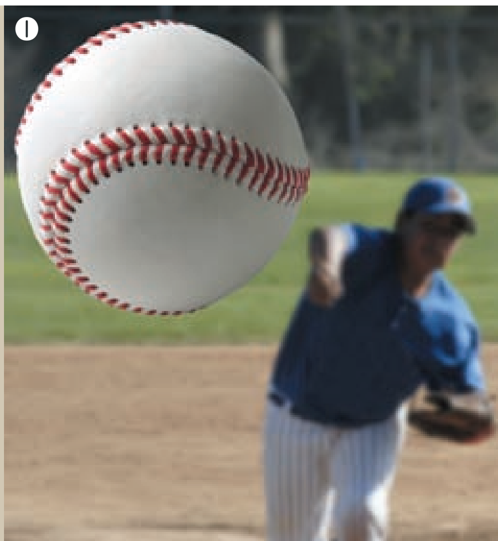



그림 Ⅲ-1 힘의 작용_ 빠르기가 변한 예
❶ 야구 선수가 공을 던진다.
❷ 스케이트 선수가 트랙을 달린다.




그림 Ⅲ-2 힘의 작용_ 모양이 변한 예
❸ 태권도 선수가 기왓장을 격파한다.
❹ 손가락으로 풍선을 누른다.



ⓐ 그림 Ⅲ-3 손바닥 밀기 놀이

상호 작용하는 힘

두 사람이 마주 보고 서 있는 상태에서 손바닥으로 미는 놀이를 하고 있다. 이때 한 사람은 가만히 있고 다른 사람이 손바닥을 밀어 힘을 가했을 때 민 사람이 오히려 밀려나는 경우가 있다. 이것은 민 사람도 가만히 있는 사람으로부터 힘을 받았기 때문이다. 이와 같이 힘을 주는 사람과 받는 사람이 동시에 힘을 주고받는 현상을 힘의 **상호 작용**이라고 한다.

힘은 두 물체 사이의 거리에 따라 서로 접촉하여 작용하는 힘과 접촉하지 않고 작용하는 힘으로 나뉜다.

먼저 물체끼리 서로 접촉하여 힘이 작용하는 경우를 알아보자. 손으로 농구공을 던질 때 손과 농구공 사이에는 힘이 작용한다. 즉, 손은 농구공에, 농구공은 손에 서로 힘을 주고받는다. 이때 작용하는 힘은 손과 농구공이 서로 접촉하고 있을 때에만 작용한다.

양궁 선수들은 활시위에 화살을 걸고 힘껏 당겨 과녁을 향해 쏜다. 이때 활시위는 화살에, 화살은 활시위에 서로 힘을 주고받는다. 이렇게 활시위와 화살 사이에도 상호 작용하는 힘이 있고, 이 힘은 서로 접촉하고 있을 때에만 작용한다.



ⓐ 그림 Ⅲ-4 손과 공 사이에 상호 작용하는 힘



ⓐ 그림 Ⅲ-5 활시위와 화살 사이에 상호 작용하는 힘

한편, 두 물체가 서로 접촉되어 있지 않고 떨어져 있는 경우에도 힘이 작용한다.

털가죽에 마찰한 풍선은 떨어져 있는 종이를 당겨 풍선 쪽으로 끌려오게 한다. 또 못 가까이 자석을 가져가면 접촉하기 전에 자석이 못을 당겨서 끌려오게 하는 것을 볼 수 있다. 이때 풍선과 종이, 못과 자석은 접촉하지 않은 상태에서도 힘이 작용하여 서로 당긴다.



그림 Ⅲ-6 마찰한 풍선에 달라붙는 종이

이 밖에 지구와 여러 물체 간의 상호 작용도 존재한다. 지구의 대기는 지표면으로부터 약 1,000 km까지 존재한다. 대기가 우주 밖으로 날아가지 않고 붙어 있는 것은 지구와 대기 사이에 작용하는 힘이 있기 때문이다. 또한 지표면 위의 높은 곳에 있던 빗방울도 지구와 빗방울 사이에 작용하는 힘에 의해 지표면을 향해 아래로 떨어진다.



그림 Ⅲ-7 지구가 당기는 힘에 의해 떨어지는 빗방울

지구와 달 사이에도 서로 당기는 힘이 있기 때문에 달은 지구와 거리를 두고 돌고 있다. 만약 지구와 달 사이에 서로 당기는 힘이 없다면 달은 지구로부터 멀리 떨어져 날아갈 것이다.

이와 같이 대기, 빗방울, 달 등 여러 물체에는 지구와 상호 작용하는 힘이 존재하며, 이 힘은 접촉하지 않고 멀리 떨어져 있어도 작용한다.



힘을 주는 물체와 힘을 받는 물체가 동시에 힘을 주고받는 현상을 무엇이라고 하는가?

그림 Ⅲ-8 중력에 의한 힘_ 지구와 대기, 달은 서로 힘을 작용한다.





그림 Ⅲ-9 물이 든 종이컵을 드는 힘_ 물이 들어 있는 종이컵의 질량이 약 0.1 kg이라면 이 컵을 받치는 힘은 1 N 정도 된다.

힘의 표시

야구공을 방망이로 세게 치면 약하게 칠 때보다 빠르게 날아간다. 즉, 우리가 야구공에 가하는 힘의 크기에 따라 공이 날아가는 속력은 달라진다. 또한 공을 치는 힘의 크기가 같더라도 공을 치는 지점이나 방향에 따라 공이 날아가는 속력과 방향은 달라진다.

야구공에 작용하는 힘의 위치, 힘의 크기, 힘의 방향을 화살표로 나타내면 힘이 작용한 후 야구공의 운동 상태를 더 잘 알 수 있다. 힘을 화살표로 표시할 때에는 화살표의 시작점은 **힘의 작용점**, 화살표의 방향은 **힘의 방향**, 화살표의 길이는 **힘의 크기**를 나타내도록 그린다.

힘의 크기를 나타내는 단위로는 N을 많이 사용한다. N은 뉴턴이라고 읽고, 1 N의 크기는 질량이 약 0.1 kg인 물체를 손으로 들고 있을 때 손이 물체를 받치는 힘의 크기와 같다.

힘의 작용점

힘의 방향

힘의 크기

그림 Ⅲ-10 힘의 3요소_ 힘의 방향, 힘의 크기, 힘의 작용점

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술 연관 짓기
물체에 힘을 가하면 힘을 받은 물체에는 어떤 현상이 일어날까?	정지해 있던 로켓이 발사되고 있다. 이 로켓에 작용하는 힘에는 어떤 것들이 있는가?	물체에 작용하는 힘을 측정할 수 있는 장치를 찾아보자.

체험 활동

탐방! 한국 표준 과학 연구원(KRISS)

우리가 힘을 배우는 이유는 무엇일까? 이 물음에 답하기 위해서는 힘의 표준을 정하는 표준 과학 연구원을 탐방해 보는 것이 도움이 될 수 있다. 표준 과학 연구원은 어떤 곳이고, 여기에서 하는 일은 무엇인지 알아보자.



표준 과학 연구원에 있는 뉴턴의 사과나무

Q 표준 과학 연구원은 무엇을 하는 곳인가요?

표준 과학 연구원은 힘이나 단위 등의 여러 가지 표준을 측정하는 기관입니다. 표준 과학 연구원에서는 국제적으로 신뢰받을 수 있는 표준을 확립하고, 이와 관련된 연구 개발의 결과를 보급합니다. 이렇게 함으로써 국가 경제 및 과학 기술의 발전과 국민 삶의 질 향상에 기여하고 있습니다.

물리량	길이	질량	시간	전류	온도
단위(기호)	미터(m)	킬로그램(kg)	초(s)	암페어(A)	켈빈(K)

단위 표준의 예

Q 힘의 표준이 중요한 이유는 무엇인가요?

힘의 표준이 있기 때문에 우리나라에서 사용하는 모든 힘의 측정이 정확해질 수 있습니다. 힘의 정확한 측정이 가능함에 따라 다음과 같은 일들이 가능합니다.

- 무게를 측정함으로써 일상적인 상업 거래가 가능합니다.
- 여러 가지 제품의 생산 및 공정의 관리를 가능하게 합니다.
- 로봇 팔의 정밀 제어 등 로봇 제어의 기반이 됩니다.
- 여러 가지 재료를 평가하여 과학의 기초를 제공합니다.
- 다양한 시험과 평가를 통해 과학 기술의 발전에 이바지합니다.



힘겨루기 활동

Q 표준 과학 연구원에서 힘으로 할 수 있는 체험 활동에는 무엇이 있나요?

- 힘겨루기 활동: 여러 동물들과 비슷한 힘을 내는 기구와 줄다리기를 하여 자신이 당기는 힘이 몇 뉴턴(N)인지 알 수 있습니다.
- 전자 악력계로 자신의 건강 상태를 점검할 수 있습니다. 악력은 손으로 물건을 쥐는 힘으로, 악력을 통해 비만도나 생활 습관 등의 건강 상태를 예측할 수 있습니다.



전자 악력계



1-2 여러 가지 힘



학습 목표

- 여러 가지 힘의 종류와 특징을 설명할 수 있다.
- 주변 현상과 관련지어 여러 가지 힘을 구별하여 말할 수 있다.

사람들이 가장 많이 이용하는 대중교통 가운데 하나가 버스이다. 사람들이 이용하는 버스 주위에서 발견할 수 있는 힘에는 어떤 것이 있을까?

자기력

버스에 붙이는 광고판은 자석을 이용하면 쉽게 붙이고 뗄 수 있다.

자석

소형차

대형차

탄성력

바퀴, 스프링 등은 덜컹거리는 버스의 충격을 완화시켜 준다.

중력

버스에는 지구가 당기는 중력이 작용한다.

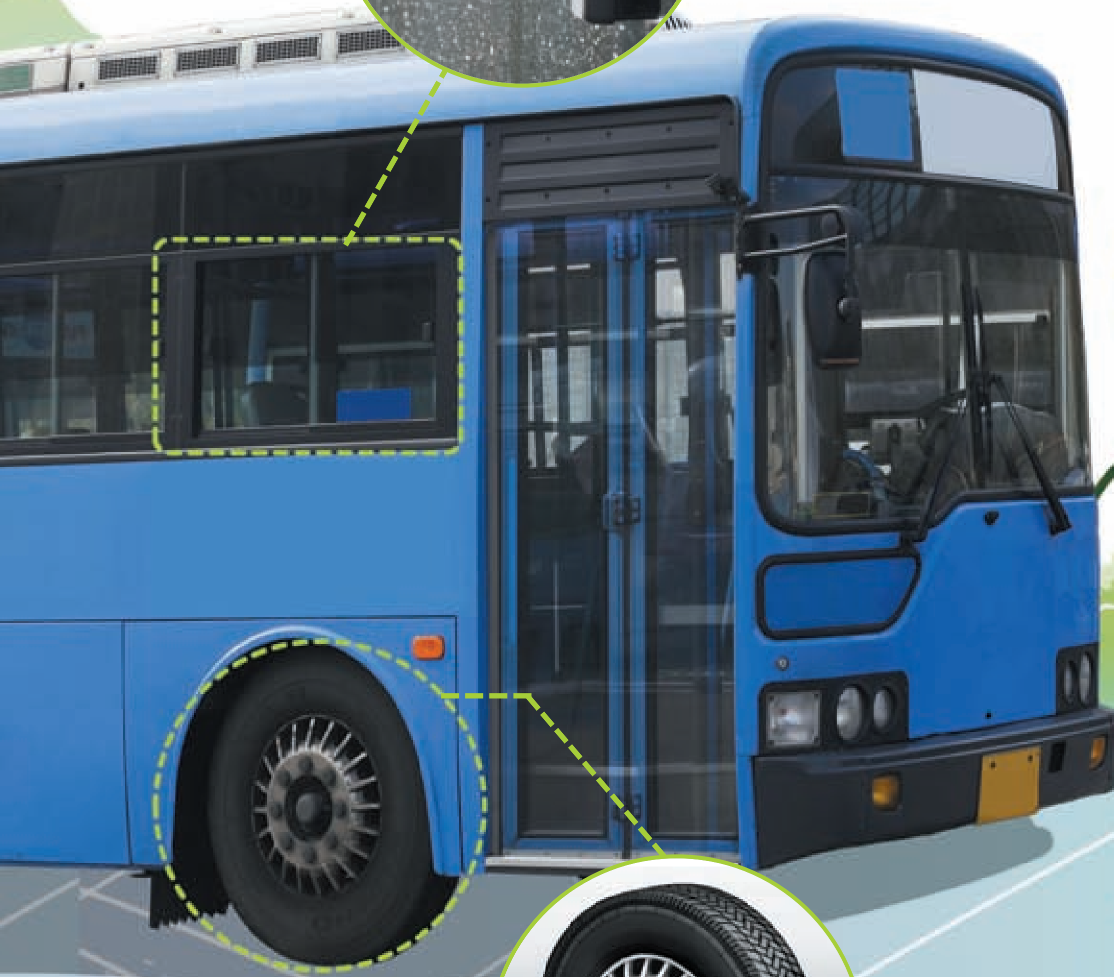
힘은 버스와 같은 지상 위의 물체뿐만 아니라 우주에 존재하는 여러 천체들 사이에서도 작용하고 있다. 이렇듯 지상이나 천체의 물체들 사이에서 작용하는 여러 가지 힘에 대하여 알아보자.





전기력

유리창을 마른걸레로 닦으면 먼지가 잘 달라붙는다.





마찰력

바퀴와 지면 사이의 마찰력에 의해 버스가 움직인다.



❷ 그림 Ⅲ-11 비행기에서 떨어지는 스카이다이버

중력

지표면에서 아무리 힘껏 뛰어 올라도 다시 지표면으로 떨어진다. 또 비행기에서 뛰어 내린 스카이다이버는 빠른 속력으로 떨어진다. 이처럼 공중에 떠 있는 사람이나 물체는 지구가 당기는 힘에 의해 떨어진다. 이것은 지구가 물체를 당기는 힘이 작용하기 때문인데, 지구가 물체를 당길 때 물체도 지구를 당긴다. 이와 같이 질량을 가진 두 물체가 서로 당기는 힘을 **중력**이라고 한다. 그리고 물체에 작용하는 중력의 방향은 지구 중심 방향이다.

지구의 중력은 지표면에 정지해 있는 사람뿐만 아니라 공중에서 떨어지고 있는 사람에게도 작용한다. 또한 지구에서 멀리 떨어져 있는 달이나 태양도 지구와 서로 중력이 작용하고 있다. 이와 같이 중력은 접촉해 있는 물체와 접촉해 있지 않은 물체 사이에서 모두 작용하며, 중력에는 서로 당기는 힘만 있고 미는 힘은 없다. 이때 중력의 크기는 두 물체의 질량이 클수록 크고, 두 물체 사이의 거리가 멀수록 작아진다.



❷ 그림 Ⅲ-12 지구의 중력_ 지표면에 있는 물체 또는 지구 주위를 도는 인공위성과 같이 지구 근처에 있는 모든 물체는 지구 중심 방향으로 중력을 받는다.

지구에 대기가 존재할 수 있는 것도 지구와 공기 사이의 중력 때문이다. 이때 중력은 지표면에 가까울수록 크고 멀어질수록 약해진다. 따라서 지표면에서 높이 올라가면 공기가 희박해진다. 높은 산에 올라가면 평소보다 호흡하기 힘든 이유도 공기가 희박하기 때문이다. 공기 이외의 다른 물체들도 지표면에서 멀어질수록 중력의 영향을 적게 받는다.

그림 Ⅲ-13 천체들의 운동

태양계의 행성뿐만 아니라 질량이 있는 모든 천체 사이에는 중력이라는 상호 작용이 있다. 이처럼 중력은 지상의 모든 물체뿐만 아니라 우주에 있는 모든 천체의 운동과 관련이 있는 힘이다.

스스로 해결하기

아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.

중력의 크기는 두 물체의 질량이 작을수록, 거리가 가까울수록 크다.



위로 던진 농구공을 다시 지표면으로 되돌아오게 하는 힘은 무엇인가?



이미지사이언스 스마트폰의 중력 감지 장치

그림과 같이 스마트폰은 옆으로 눕혀도 사진이 똑바로 보인다. 이와 같이 스마트폰의 화면이 회전하는 것은 중력 센서 때문이다.

물이 담긴 컵을 기울여도 수면이 평형을 유지하듯이 스마트폰에 내장된 중력 센서는 중력을 감지하여 화면을 회전시킨다.

이외에도 스마트폰에는 움직임 감지 센서, 자기력 센서, 압력 센서, 빛 센서, 소리 센서 등을 장치하여 생활에 편리한 여러 가지 프로그램을 만들 수 있다. 또한 앞으로 기술이 발전하여 냄새 센서, 온도 센서 등을 장치하면 더욱 다양한 프로그램을 만들 수 있을 것이다.







그림 Ⅲ-14 빗에 달라붙는 머리카락

전기력

우리는 외출할 때 단정하게 머리를 빗는다. 이때 건조한 머리카락을 빗으로 빗으면 머리카락이 빗에 달라붙어 곤란한 경우가 있다. 이것은 머리카락과 빗이 전기를 띠기 때문이다. 전기를 띤 물체 사이에 작용하는 힘에 대하여 알아보자.



해 보기 전기력은 어떻게 작용할까? 실험·관찰

|과정|

❶ 두 개의 나무젓가락에 각각 셀로판테이프를 감는다.

❷ 나무젓가락에 셀로판테이프를 감고 남은 부분을 각각 유리판 위에 붙인다.

❸ 유리판 위에 붙인 셀로판테이프 두 장을 각각 떼어내어 서로 가까이 가져가 보자.



유리판 위에서 셀로판테이프를 붙였다 떼어 낸다.



두 셀로판테이프를 가까이 가져가면서 서로 밀어내는지 당기는지 관찰한다.

|결과 및 해석|

1 두 셀로판테이프는 서로 밀어내는가, 당기는가?

2 두 셀로판테이프 사이에 힘이 작용하는 이유를 설명해 보자.

|한 걸음 더|

유리판 위에 셀로판테이프를 서로 겹치게 붙였다 떼어낸 후 서로 가까이 가져가면 어떻게 될까?

전기를 띤 두 셀로판테이프 사이에는 서로 당기거나 미는 힘이 작용한다. 이와 같이 전기를 띤 물체 사이에 작용하는 힘을 **전기력**이라고 한다. 전기는 (+)전기와 (−)전기의 두 종류가 있으며 다른 전기를 띤 물체들은 서로 끌어당기고, 같은 전기를 띤 물체들은 서로 밀어낸다.

텔레비전 화면에 먼지가 달라붙는 현상, 머리카락에 문지른 두 풍선이 서로 밀어내는 현상, 마찰된 옷감이 말려 올라가는 현상 등은 모두 전기력이 작용하기 때문에 나타난다.

전기력
전기력은 전기를 띤 두 물체가 접촉해 있거나 떨어져 있어도 작용한다. 전기력의 크기는 두 물체 사이의 거리가 가까울수록 크다.

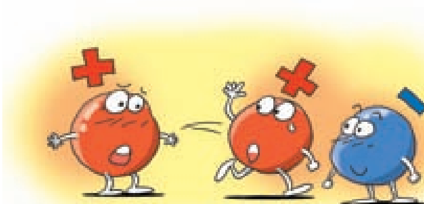


그림 Ⅲ-15 전기력의 작용



잠깐 체크 머리카락을 빗을 때 머리카락이 빗에 달라붙는 것은 어떤 힘 때문인가?

자기력

자석을 클립에 가까이 가져가면 자석과 클립은 서로 끌어당기는 힘이 작용하여 자석에 클립이 붙게 된다. 또 두 개의 자석을 가까이 하면 서로 당기거나 미는 힘이 작용한다. 이와 같이 자석과 쇠붙이 또는 자석과 자석 사이에 상호 작용하는 힘을 **자기력**이라고 한다.

자기력에는 전기력과 마찬가지로 서로 당기거나 미는 힘이 있다. 자석에는 N극과 S극이 있는데, 자석의 N극과 N극 또는 S극과 S극을 가까이하면 서로 밀어내고, N극과 S극을 가까이하면 서로 당긴다. 즉, 자석은 같은 극끼리는 밀어내고, 다른 극끼리는 끌어당긴다.

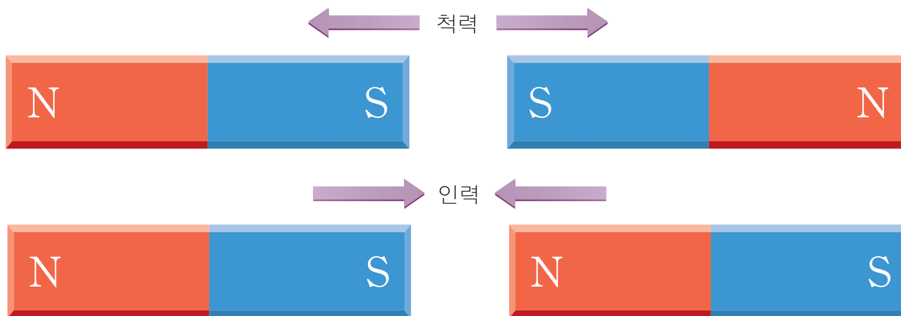


그림 Ⅲ-16 자기력_ 자기력의 크기는 자석이 셀수록, 두 자석 사이의 거리가 가까울수록 크다.

척력과 인력
- 척력: 서로 미는 힘
- 인력: 서로 당기는 힘

자기력은 물체가 접촉해 있거나 접촉하지 않고 떨어져 있어도 작용한다. 지구에서 나침반의 N극은 북쪽을 가리킨다. 이것은 지구 자체가 거대한 자석으로서, 지구의 북극 부근이 S극을 띠기 때문이다.

자기력을 이용한 예는 우리 주위에서 쉽게 찾을 수 있다. 나침반, 자기 부상 열차, 고철을 옮기는 자석, 자석을 이용한 단추 등은 모두 자기력을 이용한다.


그림 Ⅲ-17 나침반



나침반의 자침을 움직이게 하는 힘은 무엇인가?


그림 Ⅲ-18 자기 부상 열차

변형
물체의 모양이 바뀌는 것을 말한다.

탄성력

고무공을 눌렀다가 놓으면 모양이 찌그러졌다가 다시 원래 상태로 되돌아간다. 이때 우리는 고무공이 손을 밀어내려는 힘을 느낄 수 있다. 이처럼 변형된 물체가 원래 상태로 되돌아가려는 성질을 **탄성**이라고 한다. 물체의 탄성에 의해 나타나는 힘에 대하여 알아보자.



탄성력의 세기

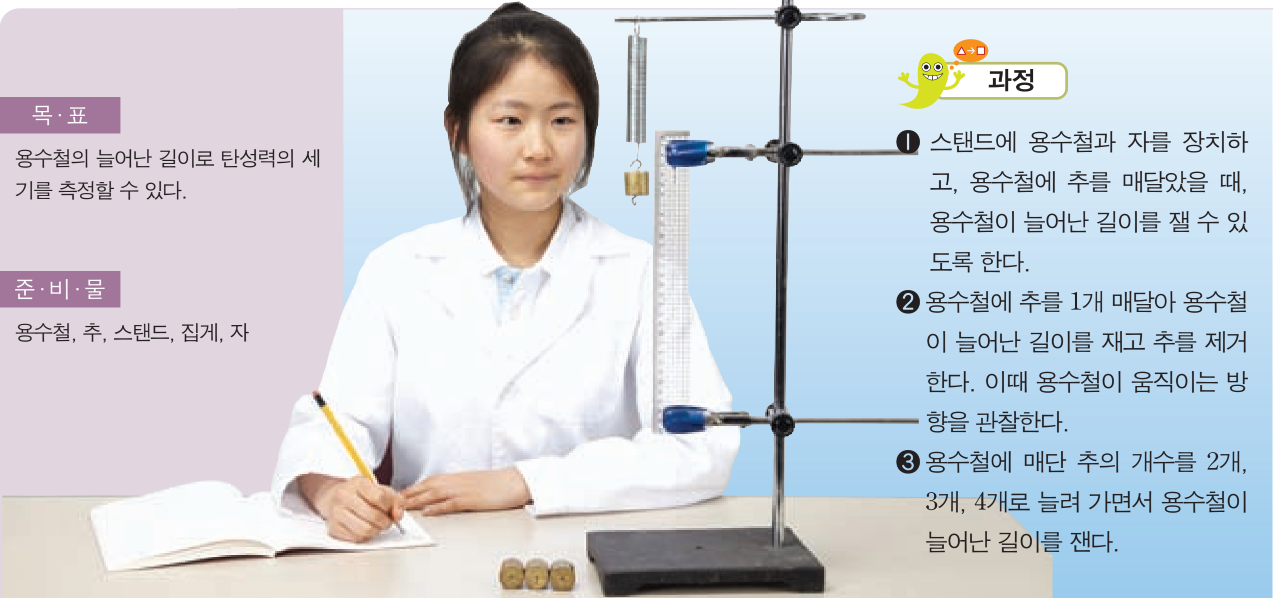
측정

목·표

용수철의 늘어난 길이로 탄성력의 세기를 측정할 수 있다.

준·비·물

용수철, 추, 스탠드, 집게, 자



과정

❶ 스탠드에 용수철과 자를 장치하고, 용수철에 추를 매달았을 때, 용수철이 늘어난 길이를 잴 수 있도록 한다.

❷ 용수철에 추를 1개 매달아 용수철이 늘어난 길이를 재고 추를 제거한다. 이때 용수철이 움직이는 방향을 관찰한다.

❸ 용수철에 매단 추의 개수를 2개, 3개, 4개로 늘려 가면서 용수철이 늘어난 길이를 잰다.

유·의·점

1. 용수철의 늘어난 길이 측정은 용수철의 움직임이 멈추었을 때 해야 한다.
2. 용수철에 너무 많은 추를 매달지 않도록 한다.

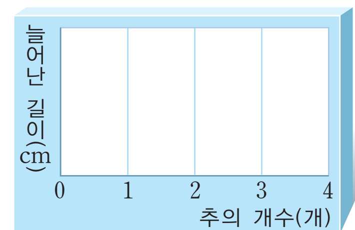
탐|구|도|우|미

용수철이 늘어난 길이를 잴 때에는 추를 매달았을 때 더 늘어난 길이만 잰다.

결과

실험한 결과를 표와 그래프로 나타내 보자.

추의 개수(개)	0	1	2	3	4
늘어난 길이(cm)	0				



해석

1 추의 개수와 용수철의 늘어난 길이 사이에는 어떤 관계가 있을까?

2 용수철이 추에 작용하는 힘의 방향은 어느 쪽인가?

한 걸음 더

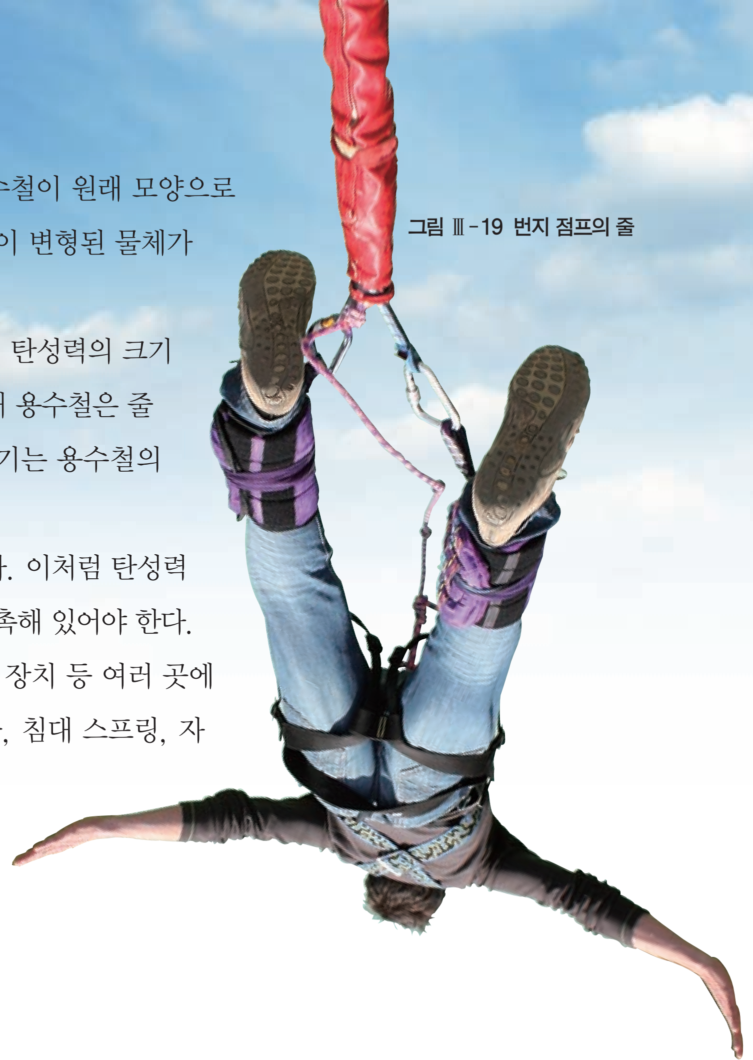
플라스틱 자를 이용하여 탄성력을 측정할 수 있는 방법에 대해 알아보자.

탐구 활동에서와 같이 용수철에 추를 매달면 추는 용수철이 원래 모양으로 되돌아가려는 힘에 의해 위쪽으로 힘을 받는다. 이와 같이 변형된 물체가 원래 상태로 되돌아가려는 힘을 **탄성력**이라고 한다.

탄성력의 방향은 물체의 변형된 방향과 반대 방향이고, 탄성력의 크기는 물체가 변형된 길이에 비례한다. 즉, 용수철을 늘일 때 용수철은 줄어드는 방향으로 탄성력이 작용하고, 이때 탄성력의 크기는 용수철의 늘어난 길이에 비례한다.

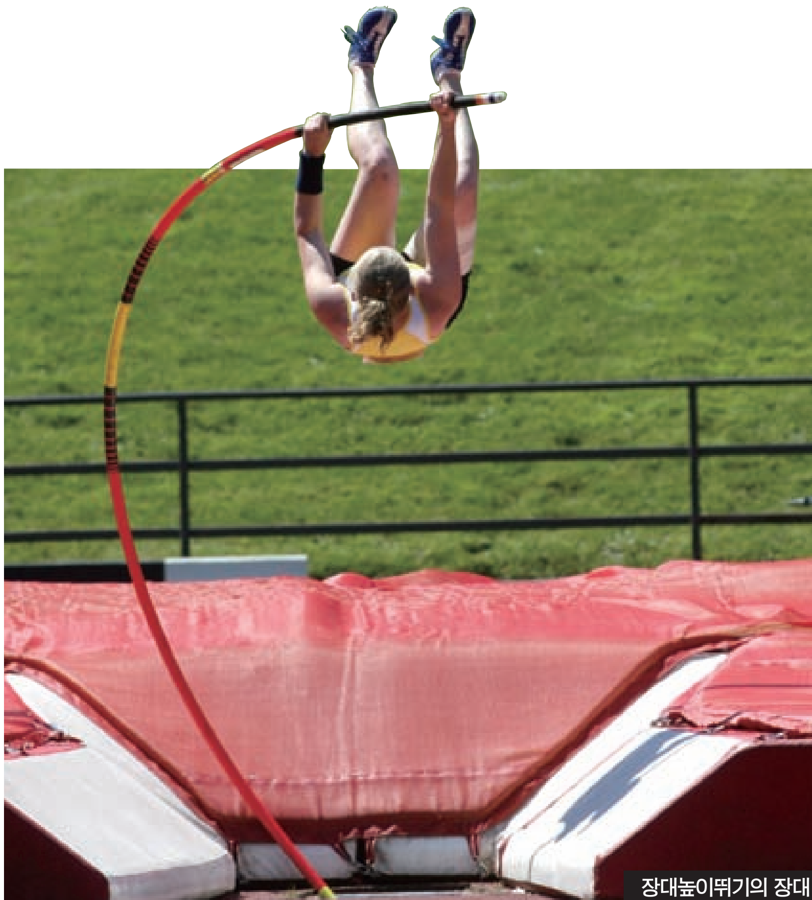
용수철의 탄성력은 용수철과 접촉된 물체에만 작용한다. 이처럼 탄성력이 물체에 작용하려면 탄성력을 주고받는 물체가 서로 접촉해 있어야 한다.

탄성력은 우리 주변에서 스포츠 용품, 생활용품, 기계 장치 등 여러 곳에 이용된다. 축구공, 장대높이뛰기의 장대, 번지 점프의 줄, 침대 스프링, 자동차 스프링 등은 탄성력을 이용한 예에 해당한다.


그림 Ⅲ-19 번지 점프의 줄

잠깐 체크 고무줄을 늘였을 때 늘어난 고무줄에 의해 작용하는 힘은 무엇인가?

그림 Ⅲ-20 탄성력을 이용한 예


장대높이뛰기의 장대


축구공


침대 스프링

마찰력

자전거를 타고 이동할 때 브레이크를 잡으면 자전거가 멈춘다. 이것은 지면이 자전거의 운동 방향과 반대 방향으로 자전거에 힘을 작용하였기 때문이다. 이처럼 두 물체의 접촉면에서 물체의 운동을 방해하는 힘을 **마찰력**이라고 한다. 대나무에 붙어 있는 청개구리가 아래로 미끄러지지 않는 것도 개구리의 발바닥과 대나무 사이에 마찰력이 작용하기 때문이다.

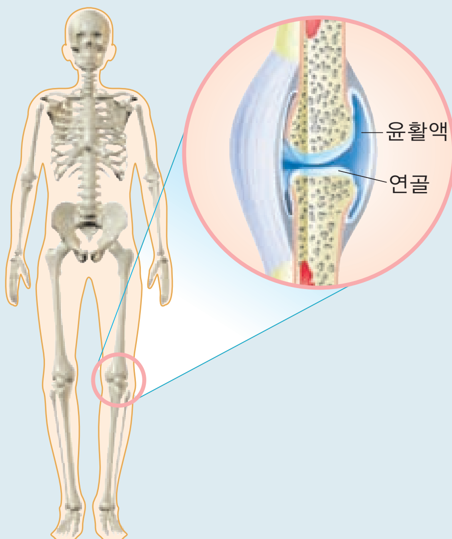
신발을 책상 면 위에 놓고 용수철 저울로 신발이 움직일 때까지 천천히 당겨 신발이 움직이는 순간에 용수철 저울의 눈금을 측정하면 신발에 작용하는 마찰력을 측정할 수 있다. 이때 마찰력은 신발의 질량과 접촉 면의 상태에 따라 다르게 나타난다. 이것은 마찰력의 크기가 신발 바닥과 책상 면의 상태나 신발의 질량에 따라 달라지기 때문이다.

이처럼 마찰력은 두 물체가 접촉해 있는 상태에서 운동을 방해하는 방향으로 작용한다.

그림 Ⅲ-21 대나무에 붙어 있는 청개구리

그림 Ⅲ-22 신발과 책상 면의 마찰력

이미지 사이언스 관절의 비밀 – 우리 몸의 윤활유



관절은 서로 다른 두 뼈가 만나는 부위로서, 우리 몸에는 300개 이상의 관절이 있다. 관절에는 연골과 윤활액이 있어 서로 맞닿은 뼈가 움직일 때 발생하는 마찰력을 줄여 준다.

연골은 뼈의 끝부분에 있는 부드럽고 물렁물렁한 부분이다.

윤활액은 관절 속에서 뼈가 움직일 때 발생하는 마찰과 마모를 줄여 주는 액체를 말한다.

관절의 연골이 마모되면 관절염과 같은 병이 생겨 매우 고생하게 된다. 최근 병원에서는 연골 재생 방법을 포함하여 인공 관절에 대한 연구와 시술을 하고 있다.

토의 관절이 우리 몸의 마찰력을 줄여 주지 못한다면 어떻게 될지 생각해 보자.

마찰력을 크게 하거나 작게 하여 일상생활에서 이용하는 경우가 있다. 예를 들어 야구 선수가 손에 송진 가루를 바르는 것은 마찰력을 크게 하기 위한 것이고, 기계의 회전축에 윤활유를 넣는 것은 마찰력을 작게 하기 위한 것이다.

잠깐 체크 마찰력을 크게 하여 이용하는 경우에는 어떤 것이 있는가?

그림 Ⅲ-23 우리 생활 속의 마찰력



자기 주도 학습

개념 확인하기

❶ 마찰시킨 풍선에 머리카락이나 먼지가 달라붙는 것은 어떤 힘 때문인가?

❷ 책상 위에 나침반이 있다. 나침반에 작용하는 세 가지 힘을 쓰시오.

생활 속 문제 해결하기

❶ 눈길에서 자동차 바퀴가 잘 미끄러지지 않게 하는 방법에 대해 알아보자.

❷ 주변에서 마찰력을 줄이면 좋은 예를 찾아보고, 마찰력을 줄이는 더 좋은 방법을 알아보자.

실생활과 연관 짓기

마찰력과 관련하여 신발의 종류에 따른 특징을 조사해 보자.

1-3 힘의 합력



학습 목표

- 나란하게 작용하는 두 힘의 합력을 구하고 화살표로 나타낼 수 있다.
- 나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력을 구하고 화살표로 나타낼 수 있다.

미국 알래스카 주에는 사람과 개가 팀을 이루어 썰매를 끌며 1,600 km 이상을 달리는 경주가 있다. 개썰매 경주라고 불리는 이 대회는 1925년 악성 디프테리아가 유행해 사람들이 죽어 갈 때 용감한 몇몇 사람이 개썰매를 이용해 혈청을 운반하여 많은 사람들의 목숨을 구한 것을 기념하여 매년 열리고 있다.

개썰매 경주에서 여러 마리의 개는 힘을 합하여 썰매를 끈다. 이때 개들은 같은 방향으로 썰매에 힘을 작용하므로 개의 수가 늘어날수록 썰매의 속력은 더 빨라진다.









하지만 만약 한 마리의 개라도 다른 방향으로 가려고 한다면 힘이 그만큼 줄어들 것이다. 이처럼 한 물체에 작용하는 힘은 그 물체에 작용하는 여러 힘들의 총합으로 나타난다.

물체에 여러 힘이 작용할 때에는 각각의 힘들이 같은 방향이거나 반대 방향일 때도 있다. 또 작용하는 힘의 방향이 나란하지 않을 때도 있다. 물체에 작용하는 여러 힘을 더하는 방법에 대하여 알아보자.









나란한 방향으로 작용하는 두 힘의 합력

한 물체에 여러 힘이 동시에 작용할 때 이와 똑같은 힘의 효과를 내는 하나의 힘을 **힘의 합력** 또는 **알짜힘**이라고 한다. 두 힘의 합력은 어떻게 구할까?



탐구 활동 | 나란한 두 힘의 합력 구하기 | 실험

목·표

나란하게 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있다.

준·비·물

고무줄, 고리, 누름 못, 용수철 저울, 모눈종이

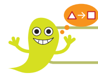


유·의·점

1. 실험을 하기 전에 용수철 저울을 실험대 위에 놓고 0점을 조절한다.
2. 용수철 저울을 실험대에 닿지 않도록 하면서 수평으로 당긴다.
3. 고무줄을 당길 때 누름 못이 빠지지 않도록 주의한다.

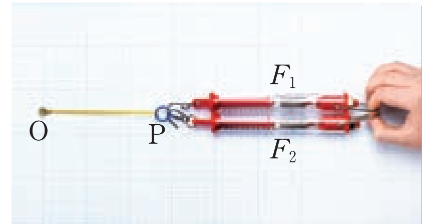
탐|구|도|우|미

1. 누름 못을 잘 고정시키기 위해 고무판을 사용할 수 있다.
2. 용수철 저울의 눈금은 고무줄을 당기는 힘의 크기를 나타낸다.



과정 A: 같은 방향으로 작용하는 두 힘

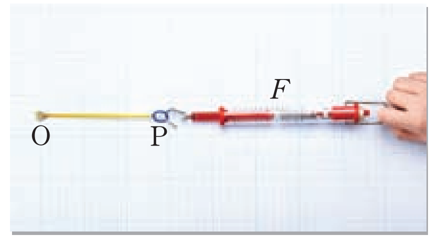
❶ 그림과 같이 실험대 위에 모눈종이를 깔고 누름 못을 O점에 고정시킨다. 누름 못에 고무줄을 걸고 고무줄에 고리를 끼운다.

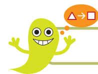


❷ 고리에 용수철 저울 두 개를 걸고 같은 방향으로 당긴다.

❸ 고무줄이 늘어난 끝 부분에 점 P를 표시하고, 두 용수철 저울의 눈금을 읽어 F_1, F_2로 기록한다.

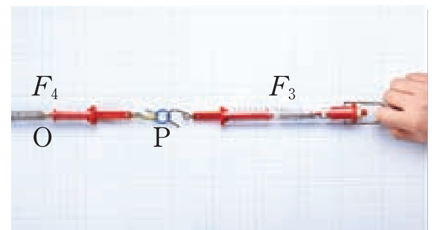
❹ 한 개의 용수철 저울을 고리에 걸고 그 끝점을 P점까지 당긴 다음 용수철 저울의 눈금을 읽고 F로 기록한다.





과정 B: 반대 방향으로 작용하는 두 힘

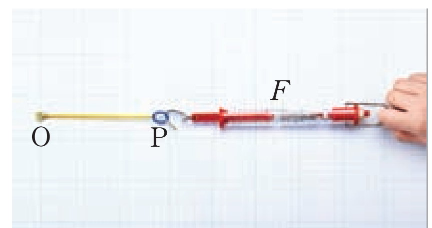
❶ 용수철 저울 한 개를 고리에 걸고 P점을 지나 더 멀리까지 당긴다.



❷ 다른 용수철 저울을 과정 ❶의 고리에 걸고 반대 방향으로 당긴다.

❸ 고리가 P점에 오면 두 용수철 저울의 눈금을 읽어 F_3, F_4로 기록한다.

❹ 한 개의 용수철 저울을 고리에 걸어 그 끝점을 P점까지 당긴 다음 용수철 저울의 눈금을 읽고 F로 기록한다.





결과

1 과정 A, B에서 힘 F_1, F_2, F_3, F_4, F의 크기는 각각 얼마인가?

2 과정 A에서 힘 F_1, F_2의 합과 힘 F의 크기를 비교해 보자.

3 과정 B에서 힘 F_3, F_4의 차와 힘 F의 크기를 비교해 보자.



해석 창의 · 인성

1 한 물체에 같은 방향으로 작용하는 두 힘은 어떻게 더하는지 화살표를 사용하여 설명해 보자.

2 한 물체에 반대 방향으로 작용하는 두 힘은 어떻게 더하는지 화살표를 사용하여 설명해 보자.

상점에서 장을 볼 때 어머니는 카트를 밀고, 아이가 같은 방향으로 카트를 끌면 카트가 더 쉽게 움직인다.

어머니가 카트를 미는 힘을 F_1, 아이가 카트를 끄는 힘을 F_2로 정하고 각각의 힘을 화살표로 그려 보면 두 힘의 합력 F의 크기는 두 화살표의 길이를 더한 것과 같고 방향은 처음 두 힘의 방향과 같다. 이와 같이 한 물체에 같은 방향으로 두 힘이 동시에 작용할 때, 합력 F의 크기는 두 힘의 크기의 합과 같고, 합력의 방향은 두 힘의 처음 방향과 같다.

$$F=F_1+F_2$$

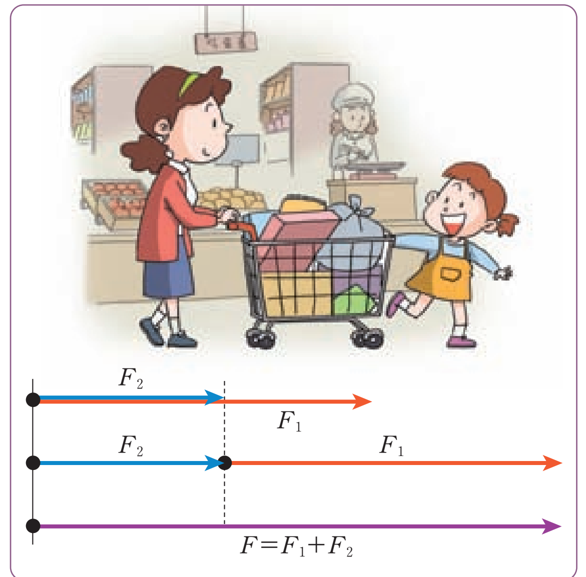


그림 Ⅲ-24 같은 방향으로 작용하는 두 힘

한편, 어머니가 카트를 미는 반대 방향으로 아이가 카트를 밀면 카트에 작용하는 힘의 합력은 어머니가 미는 힘보다 작아진다. 이때 두 힘을 화살표로 나타내면, 두 힘의 합력 F의 크기는 두 화살표 길이의 차와 같고, 합력의 방향은 두 힘 F_1, F_2 중에서 더 큰 힘의 방향이 된다.

이와 같이 한 물체에 반대 방향으로 두 힘이 동시에 작용할 때, 합력 F의 크기는 두 힘의 크기의 차와 같고, 합력의 방향은 두 힘 중에서 더 큰 힘의 방향과 같다.

즉, $F_1>F_2$일 때, 합력의 크기는 두 힘의 차와 같고, 합력의 방향은 힘 F_1의 방향과 같다.

$$F=F_1-F_2(F_1>F_2)$$

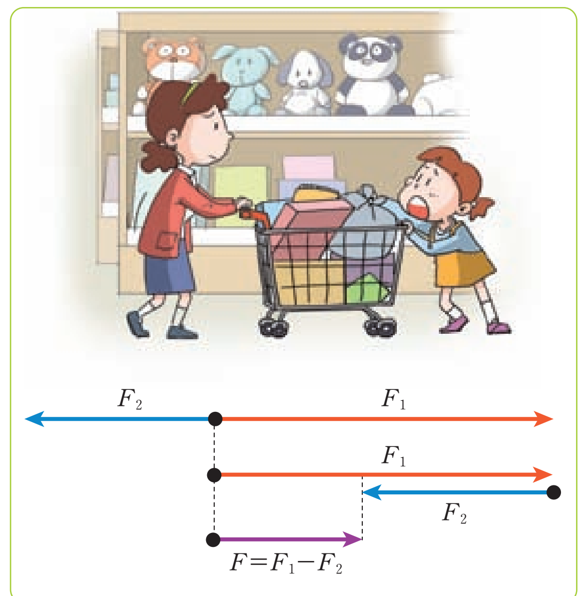
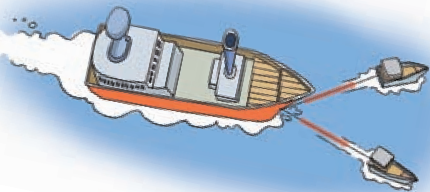


그림 Ⅲ-25 반대 방향으로 작용하는 두 힘

잠깐 체크 영희와 민수가 자동차를 오른쪽으로 각각 100 N의 힘으로 밀면 자동차에 작용하는 합력의 크기는 몇 N인가? 또 합력의 방향은 어느 방향인가?



나란하지 않은 두 힘의 합력

두 대의 예인선으로 큰 배를 움직이는 경우가 있다. 두 예인선의 힘이 나란하지 않을 때 큰 배에 작용하는 힘의 합력은 어떻게 구할까?



탐구 활동 | 나란하지 않은 두 힘의 합력 구하기 | 실험

목·표

나란하지 않게 작용하는 두 힘의 합력을 구할 수 있다.

준·비·물

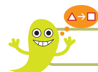
고무줄, 고리, 누름 못, 용수철 저울, 모눈종이, 각도기, 실

유·의·점

1. 실험을 하기 전에 용수철 저울을 실험대 위에 수평으로 놓고 0점을 조절한다.
2. 용수철 저울을 실험대에 닿지 않도록 하면서 수평으로 당긴다.
3. 고무줄을 당길 때 누름 못이 빠지지 않도록 주의한다.

탐|구|도|우|미

누름 못을 잘 고정시키기 위하여 고무판을 사용할 수도 있다.



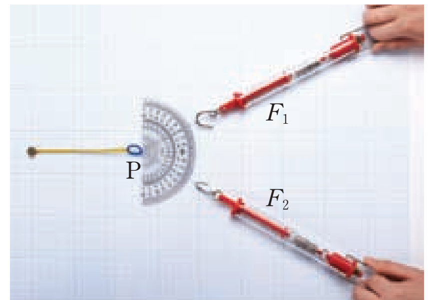
과정

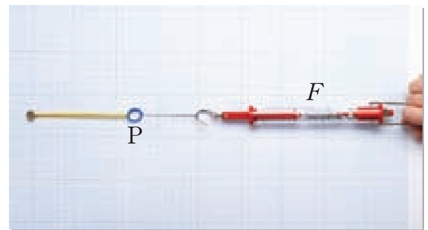
❶ 누름 못, 고무줄, 고리, 각도기를 모눈종이 위에 장치하고, 고무줄에 끼워진 고리에 두 가닥의 실을 묶어 두 개의 용수철 저울에 각각 연결한다.

❷ 두 실 사이의 각도를 60°로 유지하고 두 용수철 저울을 당겨 고무줄이 늘어난 끝부분에 점 P를 표시한다.

❸ 두 용수철 저울의 방향을 표시하고 각 용수철 저울의 눈금을 F_1과 F_2로 기록한다.

❹ 용수철 저울 한 개를 고리에 걸고 그 끝점을 P점까지 당긴 다음 용수철 저울이 고무줄을 당기는 방향을 표시하고 용수철의 눈금 F를 기록한다.

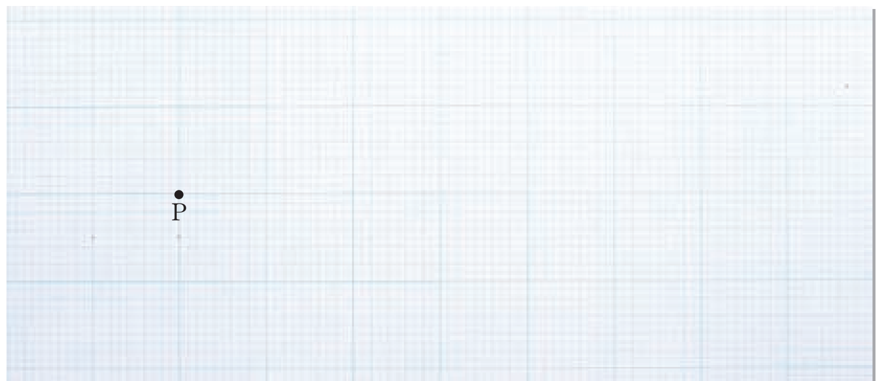


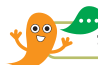




결과

힘 F_1, F_2, F를 모눈종이에 P점을 작용점으로 하여 화살표로 그려 보자.





해석 창의·인성

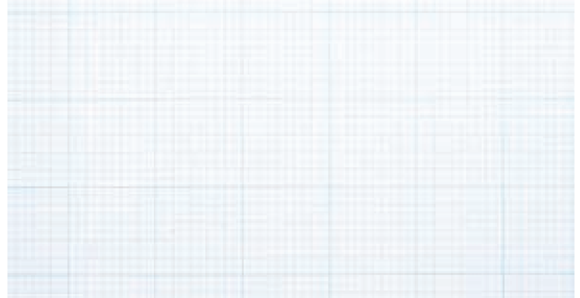
1 힘 F_1, F_2의 합력은 힘 F와 어떤 관계가 있는지 생각해 보자.

2 두 힘이 한 물체에 나란하지 않게 작용할 때, 두 힘의 합력은 어떻게 구할까?

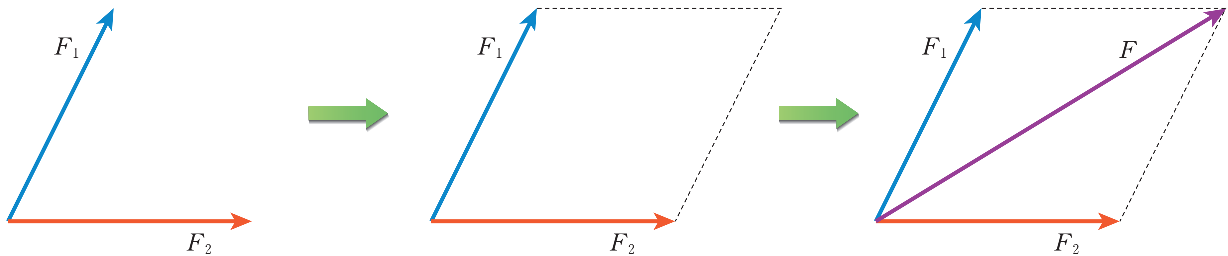


한 걸음 더

두 용수철 저울의 사잇각이 90°가 되도록 하여 고무줄이 5 cm 늘어나게 할 때, 두 힘의 합력을 평행사변형으로 구해 보자.



한 물체에 서로 나란하지 않은 두 힘이 동시에 작용할 때 두 힘의 합력은 두 힘의 화살표를 이웃한 변으로 하는 평행사변형을 그려서 구한다. 이때 대각선의 길이는 합력의 크기가 되고, 대각선의 방향은 합력의 방향이 된다.



① 두 힘 F_1과 F_2의 크기와 방향을 화살표로 나타낸다.

② 두 힘 F_1과 F_2를 두 변으로 하는 평행사변형을 그린다.

③ 대각선을 그려서 합력 F를 구한다.

그림 Ⅲ-26 나란하지 않은 두 힘의 합력 구하기

우리 주변의 물체에 작용하는 힘들을 살펴보면 두 힘이 나란하지 않게 작용하는 경우를 많이 볼 수 있다.

이때 나란하지 않은 두 힘의 합력은 두 힘 사이의 사잇각이 작을수록 커진다. 예를 들어, 여러 마리의 개들이 썰매를 끌 때 썰매에 작용하는 힘의 합력은 평행사변형을 이용하여 구할 수 있다. 이때 개들이 넓게 퍼져 썰매를 끄는 것보다 서로 가까이 붙어서 나란하게 썰매를 끌 때 합력이 더 커진다.



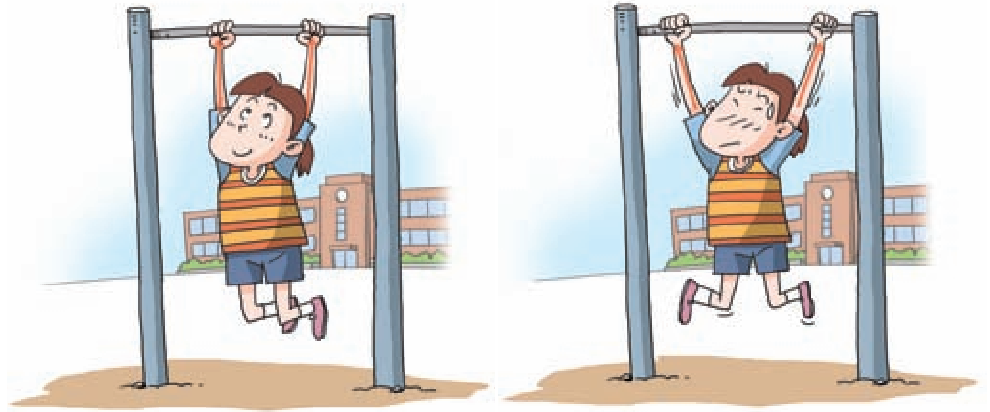


그림 Ⅲ-27 철봉에 매달릴 때 두 팔에 걸리는 힘_ 두 팔의 사잇각을 좁게 하면 각각의 팔에 걸리는 힘이 작아지고, 넓게 하면 커진다.

또 합력의 크기는 같지만 사잇각을 좁혀 지탱하는 각각의 힘을 줄일 수 있다. 예를 들어, 우리가 체육 시간에 철봉에 매달리는 경우를 생각해 보자.

그림 Ⅲ－27과 같이 철봉에 매달릴 때, 두 팔에 걸린 힘의 합력은 몸무게와 같다. 이때 두 팔의 사잇각이 작아지면 두 팔에 걸리는 각각의 힘은 작아진다. 두 팔을 넓게 잡아서 두 팔의 사잇각이 커질수록 각각의 팔에는 점점 더 큰 힘이 작용하게 된다. 즉, 두 팔의 사잇각에 관계없이 두 팔에 의한 힘의 합력은 몸무게가 되고 두 팔의 사잇각에 따라 각각의 팔에 걸리는 힘의 크기는 달라진다.



그림 Ⅲ-28 양동이를 드는 힘의 합력

또 그림 Ⅲ－28과 같이 두 사람이 양동이를 들고 있을 때, 두 사람이 양동이를 드는 힘의 합력은 양동이의 무게와 같지만 두 팔의 사잇각이 작을수록 각각의 팔에 걸리는 힘은 작아진다. 이때 두 팔이 양동이를 드는 힘의 합력은 각각의 팔에 걸리는 두 힘을 두 변으로 하는 평행사변형을 그려서 구할 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

한 물체에 두 힘이 같은 방향으로 작용할 때, 합력의 크기는 어떻게 구할까?

생활 속 문제 해결하기

주변에서 두 힘이 한 물체에 작용하는 경우를 찾아보고, 두 힘의 방향과 합력의 방향을 알아보자.

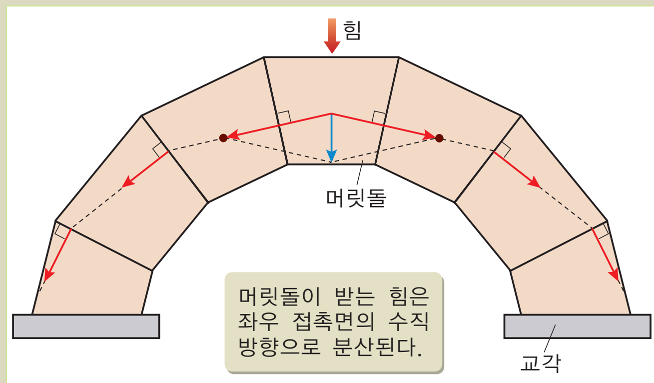
과학과 기술 연관 짓기

여러 개의 줄을 매어 지탱하고 있는 다리가 있다. 다리에 작용하는 힘을 여러 개의 줄이 당기는 힘의 합력으로 설명해 보자.

STEAM 융합

튼튼한 다리, 아치교


아치교



아치교의 원리

다리는 물을 건너거나 또는 한편의 높은 곳에서 다른 편의 높은 곳으로 건너다닐 수 있도록 만든 시설물이다. 최초의 다리는 가공하기 쉬운 나무나 징검다리의 형태와 같은 것이었으나, 사람들은 점점 튼튼하고 정교한 다리를 만들기 위한 노력을 기울여 마침내 아치교가 등장하게 되었다. 아치교는 교각과 교각 사이가 넓어 큰 배가 통과할 수 있으며, 모양이 아름다울 뿐 아니라 큰 힘을 지탱할 수 있다.

아치교의 기본 원리는 돌이 수직 방향으로 힘을 받은 지점에서 양쪽 아래 방향으로 힘을 분산시키는 것이다. 즉, 양쪽 방향으로 분산된 두 힘의 합력은 돌이 수직으로 받는 힘과 같다. 이러한 방식으로 아치교가 받는 힘들은 분산되어 아치교의 양쪽 교각에 집중된다, 따라서 아치교는 견고한 지반에 설치해야 한다.

2 운동

» 중단원 미리 보기

2-1 여러 가지 운동 | 2-2 힘과 운동의 관계

속력이 일정하게 증가하는 운동

비탈면을 내려가는 스키 선수의 속력은 일정하게 빨라진다. 이때 스키 선수에게 작용하는 알짜힘은 시간에 따라 어떻게 변할까?

속력이 일정한 운동

도로 위의 자동차가 60 km/h의 일정한 속력으로 달리고 있다. 이때 자동차에 작용하는 알짜힘은 시간에 따라 어떻게 변할까?





우리 주변의 물체들은 매우 다양한 운동을 하고 있다. 물체에는 여러 가지 힘이 작용하고 있으며, 이 힘에 의해 물체의 운동 상태가 달라진다. 힘과 운동은 어떤 관계가 있을까?



속력이 일정하게 감소하는 운동

축구 선수가 찬 축구공은 속력이 일정하게 감소하다가 결국 멈춘다. 이때 축구공에 작용하는 알짜힘은 시간에 따라 어떻게 변할까?



2-1 여러 가지 운동



학습 목표

- 물체의 속력을 구할 수 있다.
- 거리-시간, 속력-시간 그래프를 분석하여 물체의 운동을 설명할 수 있다.

여행을 할 때 우리는 도보, 자전거, 자동차 등 여러 가지 방법으로 이동하는데, 어떤 이동 수단을 선택하더라도 시간에 따라 우리의 위치는 변한다. 이와 같이 시간에 따라 물체의 위치가 변하는 것을 운동이라고 한다.

우리 주변에는 하늘의 수많은 별과 행성, 지표면의 동물, 바람, 놀이기구, 자동차 등 여러 가지 물체들이 다양하게 운동하고 있다. 이와 같은 물체의 운동은 어떻게 설명할 수 있는지 알아보자.


달리는 자전거


달리는 자동차


달리는 말

속력

영수는 토요일 아침에 산책을 나갔다. 시원한 숲길을 따라 1시간 동안에 약 3,600 m를 걸어다녔더니 머리가 맑아지고 일주일간의 피로가 사라지는 듯 했다. 영수는 1시간, 즉 3,600초 동안 3,600 m 정도를 이동했으므로 1초에 1 m 정도 걸은 것이다.

이동 수단으로는 자전거, 자동차, 비행기, 기차, 배 등 여러 가지 방법이 있으며, 이들의 빠르기는 다양하다. 예를 들어 육상 선수는 1초에 약 10 m를 갈 수 있고, 비행기는 1초에 약 200 m 이상을 날아간다.

여기서 빠르기는 일정한 시간 동안 물체가 얼마나 이동했는지를 나타내는 것이다. 이러한 빠르기를 **속력**이라고 한다.

속력은 이동한 거리를 걸린 시간으로 나누어 구할 수 있다.

$$\text{속력} = \frac{\text{이동 거리}}{\text{걸린 시간}}$$

속력을 알면 어떤 물체가 일정한 시간 동안 얼마나 이동할 수 있는지 알 수 있으므로 여행 계획 등을 세울 때 편리하다.

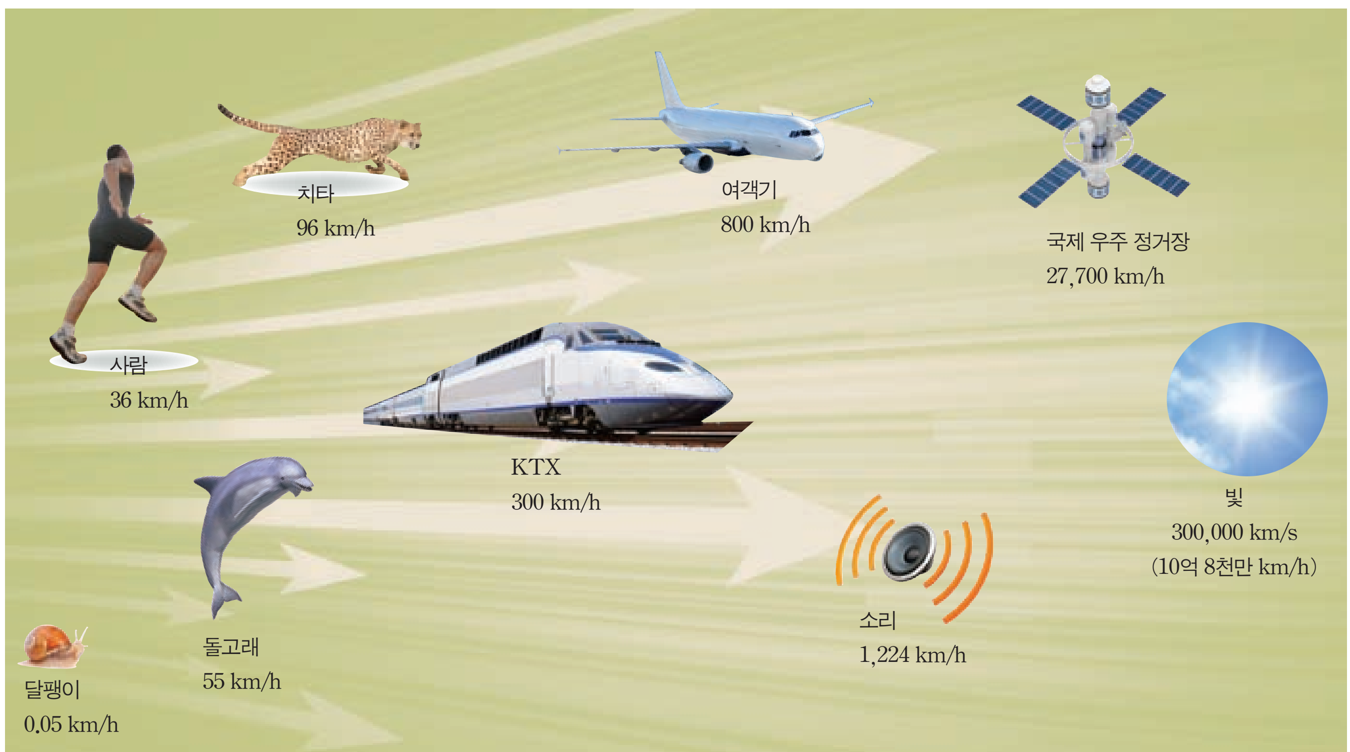
단위 시간
시간에 따른 어떤 물리량을 계산할 때 그 기준이 되는 시간으로 시, 분, 초로 표시한다.

속력의 단위
- m/s는 1초 동안 이동한 거리(m)이다. '미터 매초'라고 읽는다.
- km/h는 1시간 동안 이동한 거리(km)이다. '킬로미터 매시'라고 읽는다.



1 m/s는 몇 km/h인가?

그림 Ⅲ-29 여러 가지 속력



직선상에서 속력이 일정한 운동

우리는 자동차를 타고 이동할 때, 직선으로 뻗은 도로를 달리는 경우가 있다. 자동차가 직선 도로에서 1초에 20 m씩 일정한 속력으로 달리고 있으면, 이 자동차는 20 m/s의 일정한 속력으로 운동하고 있는 것이다. 이 자동차의 위치를 1초 간격으로 도로 위에 표시하면 그림 Ⅲ-30과 같다.

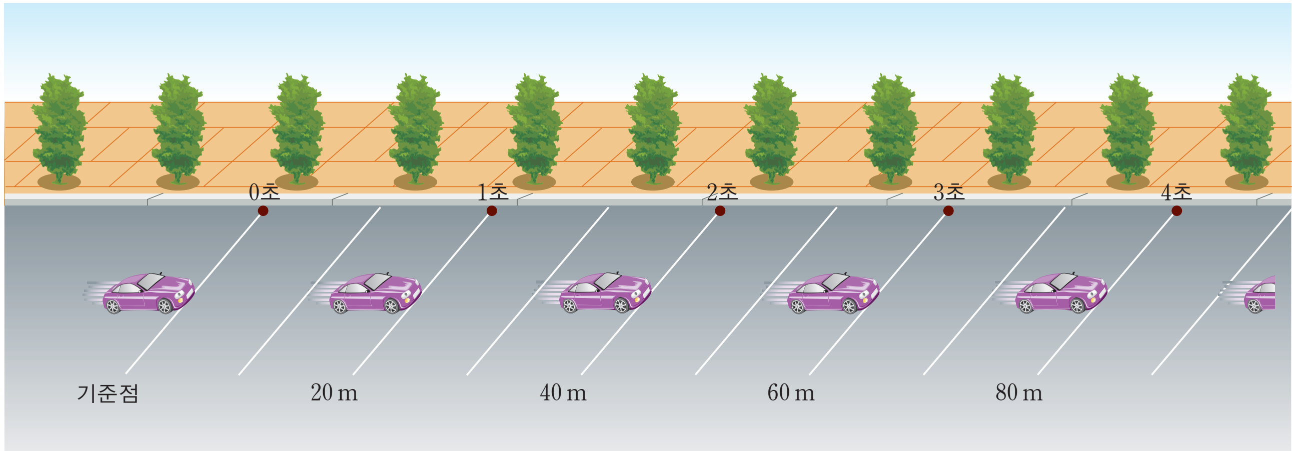


그림 Ⅲ-30 자동차의 위치 변화

또 이 자동차의 이동 거리를 시간에 따른 그래프로 나타내면 그림 Ⅲ-31과 같다.

자동차가 기준점을 지날 때부터 자동차의 운동을 그래프에 나타내면 1초 때에는 기준점에서 20 m 떨어진 곳에, 2초 때에는 40 m 떨어진 곳에 있다. 이렇게 자동차는 1초마다 기준점에서 20 m씩 더 멀어지므로 그래프의 모양은 기울기가 일정한 직선 모양이 된다.

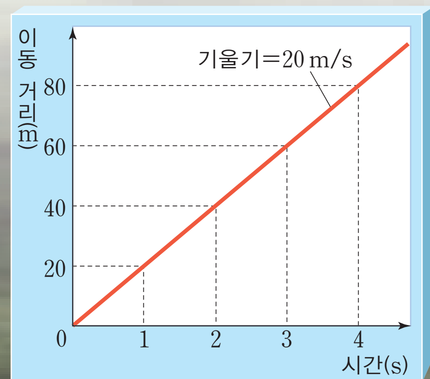


그림 Ⅲ-31 이동 거리 - 시간 그래프

이때 이 직선의 기울기는 20 m/s이고 이것은 물체의 속력과 같다. 즉, 이동 거리-시간 그래프에서 기울기는 속력과 같다.



자동차의 운동은 시간에 따른 속력의 그래프로도 나타낼 수 있다.

자동차는 속력이 일정한 운동을 하고 있으므로 자동차의 속력은 시간에 관계없이 20 m/s이다. 따라서 그래프의 모양은 시간 축에 나란한 모양이 된다.

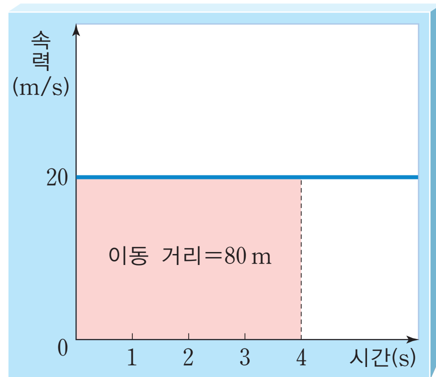


그림 Ⅲ-32 속력-시간 그래프



이렇게 직선상에서 속력이 일정한 물체의 위치는 시간에 따라 일정하게 변하므로, 물체가 이동한 거리는 속력과 걸린 시간의 곱과 같다.

이동 거리=속력×시간

스스로 해결하기

속력= $\frac{(\quad\quad)}{시간}$

한편, 속력-시간 그래프에서 0~4초 사이의 그래프 아래 부분의 넓이는 80 m이고, 이것은 4초 동안 자동차가 이동한 거리이다. 즉, 속력-시간 그래프에서 그래프 아래의 넓이는 물체가 이동한 거리와 같다.

일정한 속력으로 움직이는 물체는 우리 주변에서 쉽게 찾을 수 있다. 예를 들어 공장에서 물건을 운반할 때 사용되는 컨베이어 벨트, 고층 건물을 오르내릴 때 이용하는 에스컬레이터 등은 일정한 속력으로 운동한다.

그림 Ⅲ-33 일정한 속력으로 움직이는 컨베이어 벨트

잠깐 체크 우리 주변에서 일정한 속력으로 운동하는 물체의 예를 더 찾아보자.

직선상에서 속력이 증가하거나 감소하는 운동

속력이 변하는 운동에는 속력이 증가하는 운동과 감소하는 운동이 있다. 속력이 증가하는 운동의 대표적인 예로는 높은 곳에서부터 지표면으로 낙하하는 물체가 있다. 이러한 물체의 운동에 대하여 자세히 알아보자.



탐구 활동 | 동영상을 이용하여 낙하하는 물체의 운동 분석하기

실험·관찰(동영상)

목·표

동영상을 이용하여 낙하하는 물체의 운동을 분석할 수 있다.

준·비·물

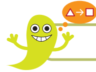
동영상을 찍을 수 있는 영상 장치(캠코더, 휴대 전화 등), 줄자, 테니스공, 컴퓨터



유·의·점

1초 동안 촬영되는 프레임 수에 따라 공의 위치를 표시하는 시간 간격을 조절하여야 한다. 예를 들어, 1초 동안 30프레임이 찍힌 동영상이면 3프레임마다 0.1초의 간격이 된다.

* 프레임: 동영상을 구성하는 정지 화면



과정

❶ 그림과 같이 벽면에 줄자를 장치하고 공을 떨어뜨리는 모습을 동영상으로 촬영할 수 있도록 준비한다.

❷ 높이 1.7 m 정도에서 테니스공을 떨어뜨리고, 그 순간부터 공의 운동을 동영상으로 촬영한다.

❸ 촬영한 동영상을 컴퓨터에 저장하고 동영상 프로그램을 이용하여 재생시킨다.

❹ 동영상 재생 프로그램에서 각각의 프레임 화면을 그림 파일로 저장한다.

❺ 저장된 화면을 보고 시간에 따른 공의 이동 거리를 읽는다.



저장된 화면의 예



떨어뜨리기 전



0.1초 후



0.2초 후



0.3초 후



0.4초 후



0.5초 후

결과

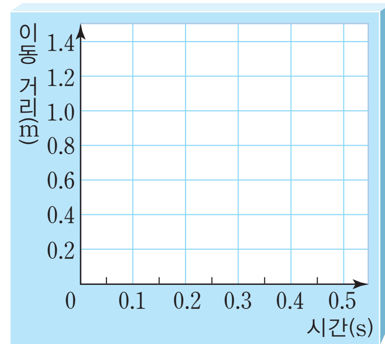
1 저장된 화면을 이용하여 시간에 따른 공의 이동 거리를 기록해 보자.

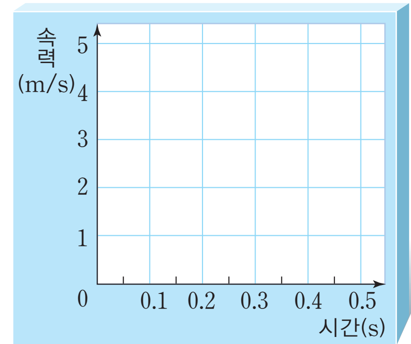
시간(s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
이동 거리(m)	0					

2 결과 1로부터 시간에 따른 구간 거리를 구한 후 속력$=\frac{\text{이동 거리}}{\text{시간}}$의 공식을 이용하여 각 구간별 공의 속력을 기록해 보자.

시간(s)	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5
구간 거리(m)					
속력(m/s)					

3 이동 거리－시간 그래프와 속력－시간 그래프를 그려 보자.





해석 창의 · 인성

1 이동 거리－시간 그래프에서 기울기는 시간이 지남에 따라 어떻게 변하는가?

2 공의 속력은 시간에 따라 어떻게 변하는가?

3 속력－시간 그래프에서 그래프 아래 부분의 넓이는 무엇을 의미하는가?



탐구의 확장 MBL 프로그램을 이용한 운동 분석

위의 실험에서 촬영한 낙하하는 물체의 동영상을 MBL 동영상 분석 프로그램으로 재생시키면 물체의 운동을 더욱 쉽게 분석할 수 있다.

MBL 동영상 프로그램을 이용하여 물체의 운동에 따른 이동 거리 - 시간 그래프와 속력 - 시간 그래프를 바로 얻을 수 있는 방법을 알아보자.

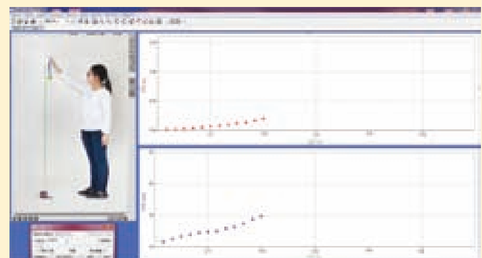




그림 Ⅲ-34 낙하하는 공의 운동



손으로 잡고 있던 공을 가만히 놓으면 공은 속력이 일정하게 증가하는 운동을 한다.

낙하하는 공과 같이 속력이 일정하게 증가하는 운동을 시간에 따른 이동 거리 및 속력의 그래프로 나타내면 각각 다음과 같다.

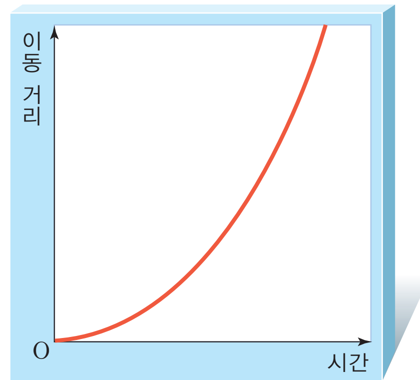


그림 Ⅲ-35 속력이 증가하는 물체의 이동 거리-시간 그래프

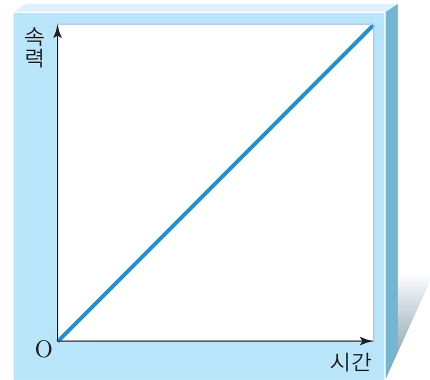


그림 Ⅲ-36 속력이 증가하는 물체의 속력-시간 그래프

속력이 일정하게 증가하는 물체는 시간이 지날수록 단위 시간당 이동 거리가 점점 증가하는 운동을 한다. 그러므로 이동 거리－시간 그래프는 기울기가 급해지는 곡선 모양이 된다. 또 속력이 일정하게 증가하므로 속력－시간 그래프는 기울기가 일정한 직선 모양이 된다.

한편, 직선상에서 일정한 속력으로 운동하는 물체의 속력－시간 그래프 아래의 넓이가 이동 거리와 같은 것처럼, 속력이 일정하게 증가하는 물체의 속력－시간 그래프에서도 그래프 아래의 넓이는 이동 거리와 같다.



이와 같이 속력이 점점 증가하는 운동은 놀이공원에서 많이 볼 수 있다. 아래로 떨어지는 놀이기구들의 운동을 보면, 단위 시간당 이동 거리가 길어져 속력이 빨라지는 것을 알 수 있다. 또 높은 곳에서 내려오는 스키 선수의 속력도 일정 시간 동안은 점점 빨라진다.

잠깐 체크 속력이 일정하게 증가하는 물체의 이동 거리－시간 그래프의 모양은 어떠한가?





그림 Ⅲ-37 스키 선수의 운동



손으로 잡고 있던 공을 위로 던지면 공은 속력이 일정하게 감소하는 운동을 한다.

위로 던져 올린 공과 같이 속력이 일정하게 감소하는 운동을 시간에 따른 이동 거리 및 속력의 그래프로 나타내면 각각 다음과 같다.

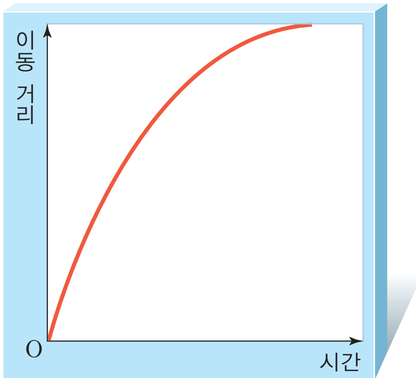


그림 Ⅲ-38 속력이 감소하는 물체의 이동 거리-시간 그래프

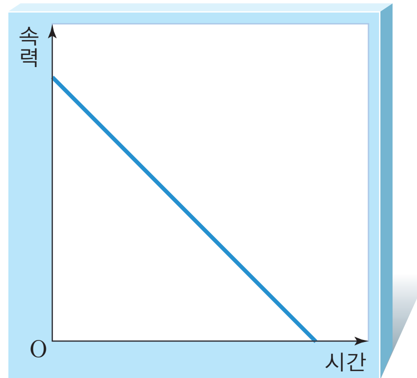


그림 Ⅲ-39 속력이 감소하는 물체의 속력-시간 그래프

속력이 일정하게 감소하는 물체는 시간이 지날수록 단위 시간당 이동 거리가 점점 감소하는 운동을 한다. 그러므로 이동 거리-시간 그래프는 기울기가 완만해지는 곡선 모양이 된다. 또 속력이 일정하게 감소하므로 속력-시간 그래프는 기울기가 일정한 직선 모양이 된다.

이와 같이 속력이 점점 감소하는 운동의 예로는 운동장에서 굴린 축구공이나 빗면 아래에서 위로 굴린 구슬이 있다. 굴러가는 축구공이나 구슬은 단위 시간당 이동 거리가 점점 짧아져 속력이 느려지는 것을 알 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

이동 거리 - 시간 그래프에서 기울기가 의미하는 것은 무엇인가?

문제 해결하기

처음에 정지해 있던 물체의 속력이 일정하게 빨라지다가 잠시 후 일정하게 느려지면서 정지하였다. 이 물체의 속력 - 시간 그래프를 그려 보자.

과학과 기술 연관 짓기

자동차의 계기판에 나타나 있는 시간에 따른 속력을 그래프로 나타낼 때 편리하거나 불편한 점에 대하여 토의해 보자.





보충·심화 

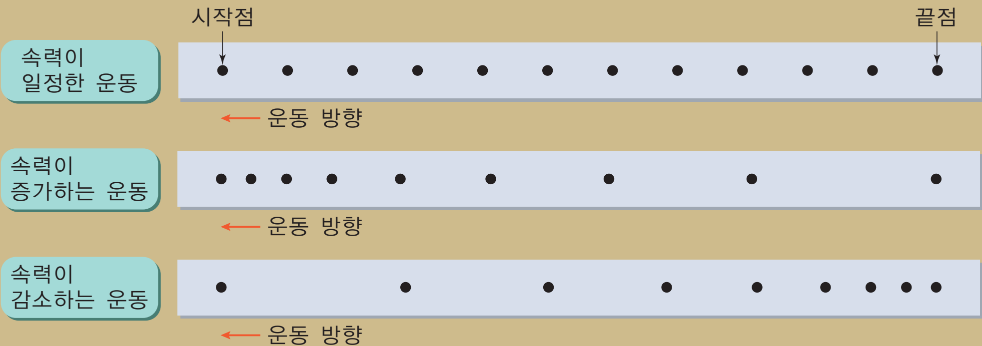
속력 측정 장치

시간 기록계나 다중 섬광 장치, 동영상 등을 이용하면 물체의 속력을 측정할 수 있는데, 이들은 일정한 시간 동안 이동한 거리를 측정한다는 공통점이 있다. 시간 기록계와 다중 섬광 장치로 속력과 속력의 변화를 측정하는 방법을 알아보자.

1 시간 기록계

시간 기록계는 움직이는 종이테이프에 일정한 시간 간격으로 점을 찍는 장치이다. 종이테이프가 운동하는 물체에 연결되어 있다면 종이테이프에는 물체의 운동이 기록된다. 종이테이프에 찍힌 점과 점 사이의 시간 간격이 몇 초인지 알고, 타점 사이의 거리를 측정하여 속력을 구할 수 있으며, 타점 간격의 변화를 통해 속력의 변화를 알 수 있다.

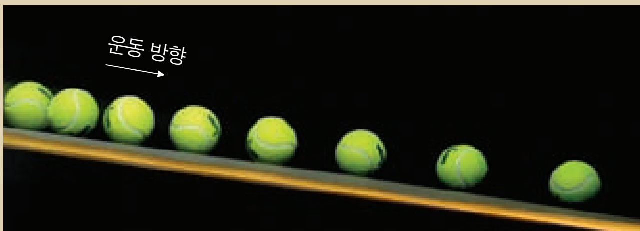
속력이 일정하면 종이테이프에 찍힌 타점의 간격이 일정하다. 속력이 증가하면 타점의 간격이 점점 넓어지며, 속력이 감소하면 타점의 간격이 점점 좁아진다.



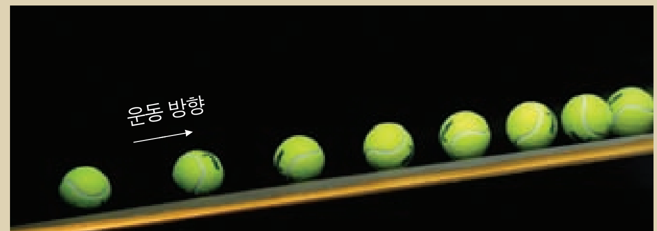


2 다중 섬광 장치

다중 섬광 장치는 운동하는 물체의 사진을 연속적으로 찍는 장치이다. 일정한 시간 간격으로 섬광이 번쩍일 때마다 물체의 모습이 사진에 찍히므로 섬광과 섬광 사이의 시간 간격과 그 시간 사이에 물체의 이동 거리를 측정하면 물체의 속력을 구할 수 있다. 또 순서대로 찍힌 물체의 간격을 통해 속력의 변화를 알 수 있다.



빗면을 따라 내려오는 공은 속력이 점점 빨라지기 때문에 섬광 사진에 찍힌 공 사이의 간격이 점점 넓어진다.



빗면을 따라 올라가는 공은 속력이 점점 느려지기 때문에 섬광 사진에 찍힌 공 사이의 간격이 점점 좁아진다.

STEAM 융합

KTX보다 빠른 셔틀콕

배드민턴은 우리나라에서 많은 사람들이 즐기는 스포츠 중의 하나이다. 학교의 체육관뿐만 아니라 동네 곳곳에 배드민턴 경기장을 만들어 남녀노소 가리지 않고 광범위하게 운동을 즐기고 있다.

그런데 이러한 사실은 알고 있는가?

스매싱을 할 때 셔틀콕의 최고 속력은 야구의 타구 속력보다, 골프공의 최대 속력보다 빠른 332 km/h로 모든 구기 종목 가운데 가장 빠른 속력을 자랑한다. 심지어 KTX의 속력인 300 km/h보다도 빠르다.



셔틀콕에 가하는 힘보다 골프공이나 야구공에 가하는 힘이 더 크지만 셔틀콕의 순간 속력이 더 큰 이유는 무엇일까? 그것은 바로 질량에 있다. 셔틀콕의 질량은 4.75~5.50 g으로 매우 가벼워 라켓으로 치는 순간 엄청난 속력을 낼 수 있다. 속력의 변화는 작용하는 힘과 질량에 따라 달라지는 것이다. 엄청난 속력의 셔틀콕에 맞으면 부상을 당할 수도 있으므로 주의하여야 한다.

자신이 스매싱하는 셔틀콕의 속력은 얼마나 될까? 배드민턴을 즐기면서 셔틀콕의 속력을 증가시키기 위해 노력해 보자.



2-2 힘과 운동의 관계



학습 목표

- 물체의 운동을 관찰하여 힘의 작용을 설명할 수 있다.
- 빠르기의 변화가 일정한 물체에 작용하는 알짜힘을 구할 수 있다.

해마다 여러 지역에서 열리는 자동차 경주는 자동차 제작 기술의 발달에 기여함은 물론 관광 자원으로도 활용된다. 우리나라에서도 자동차 전용 경기장에서 경기를 개최하고 있으며, 점점 활성화되고 있다.

경주용 자동차는 출발하여 100 m를 나아가는 데 5초도 걸리지 않고, 속력을 변화시키면서 수십 km의 거리를 달린다.

이러한 속력의 변화는 힘과 어떤 관계가 있을까?

알짜힘이 0일 때 물체의 운동

책상 위에 책이 놓여 있다. 책을 이동시키기 위해서는 책에 힘을 가해 주어야 한다. 만약 외부에서 다른 힘이 가해지지 않는다면 이 책은 영원히 책상 위에서 움직이지 않을 것이다.

그렇다면 책상 위에 놓여 있는 책에는 아무런 힘도 작용하고 있지 않을까?

책상 위에 놓여 있는 책에는 중력 이외에도 책상이 책을 위로 미는 힘이 작용하고 있다. 하지만 작용하는 모든 힘들의 합력인 알짜힘이 0이 되어 책이 움직이지 않는 것이다.

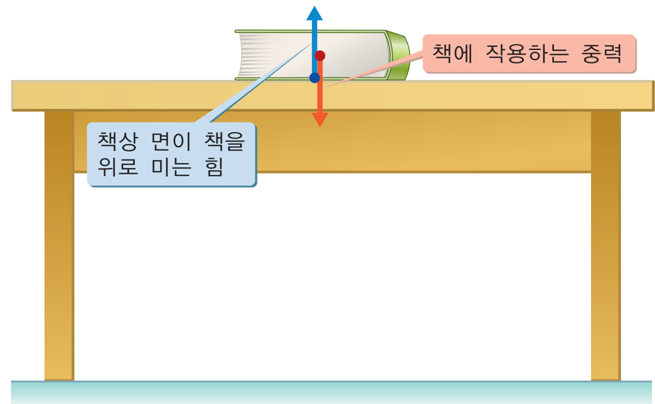


그림 Ⅲ-41 책에 작용한 힘_ 책상 위의 책에는 아래로 당기는 중력과 책상 면이 위로 떠 받치는 두 가지 힘이 서로 반대 방향으로 작용하여 알짜힘은 0이다.

그림 Ⅲ－42와 같이 컵 위에 종이를 얹고 그 위에 동전을 올려놓으면 동전에 작용하는 중력과 종이가 동전을 받치는 힘의 크기는 같고 방향은 반대이다. 즉, 동전에 작용하는 알짜힘은 0이다. 이때 동전은 정지한 상태를 유지한다.

이처럼 정지한 물체에 여러 가지 힘이 작용하고 있더라도 작용하는 알짜힘이 0이면 물체는 계속 정지해 있게 된다.

하지만 종이를 갑자기 빼내어 동전에 작용하는 알짜힘이 0이 아니면 동전은 속력이 변하는 운동을 하게 된다.

알짜힘
한 물체에 작용하는 여러 힘의 합력

잠깐 체크 교실에 서 있는 학생에게 작용하는 힘의 종류를 말하고, 알짜힘은 얼마인지 알아보자.

그림 Ⅲ-42 동전의 운동 변화



종이 위의 동전에 작용하는 알짜힘은 0이다.





종이를 빼내어 동전에 작용하는 알짜힘이 0이 아니면 동전은 떨어진다.

정지해 있는 물체가 아니라 운동하고 있는 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체는 어떤 운동을 할까?

경사면을 내려와 수평면에서 굴러가는 공은 시간이 지나면 속력이 느려지다가 결국 멈추게 된다. 이것을 보고 갈릴레이 이전의 사람들은 공의 운동 방향으로 힘이 계속 작용하지 않아 공이 멈춘다고 생각하였다. 하지만 갈릴레이는 공의 운동 방향과 반대 방향으로 힘이 작용하여 공이 멈춘다고 생각하였다.

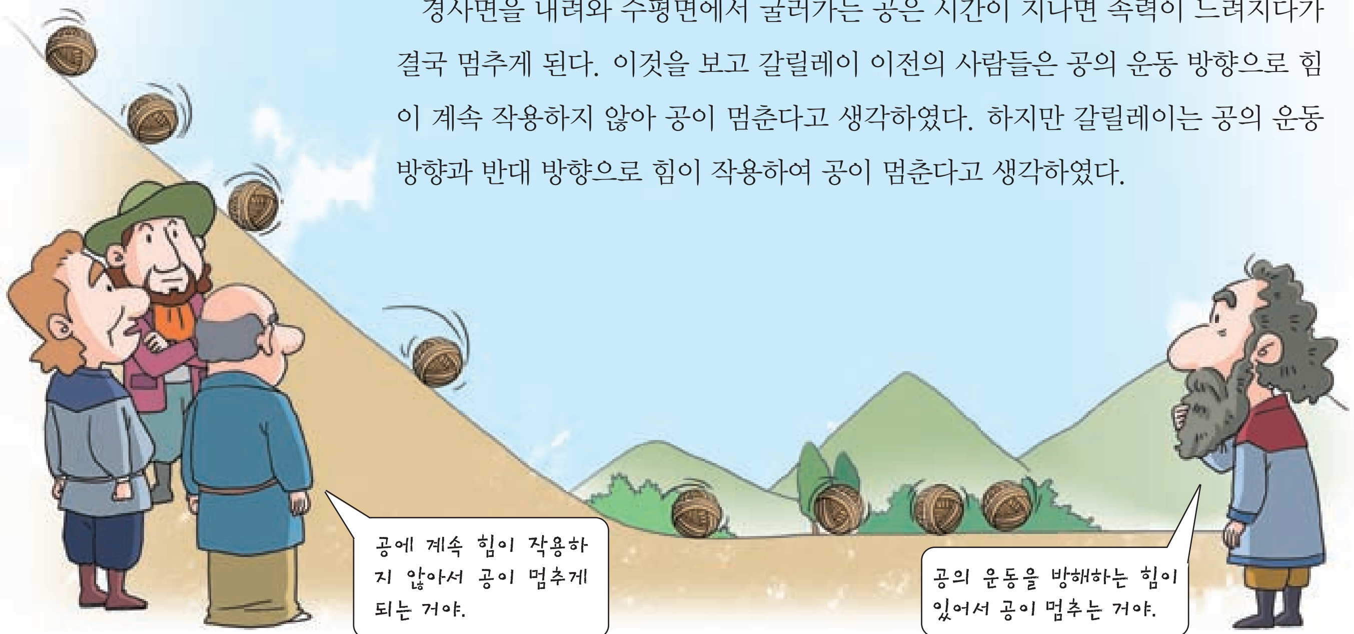


그림 Ⅲ-43 구르던 공이 멈추는 이유

만약 공의 운동을 방해하는 힘이 없다면 공은 영원히 같은 속력으로 운동할 것이다. 즉, 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체의 속력은 변하지 않는다.

아이스하키는 고무 원판인 퍽을 스틱으로 쳐서 골대에 넣어 득점하는 경기이다. 스틱으로 퍽을 친 뒤에 얼음판 위에서 미끄러지는 퍽에 작용하는 알짜힘은 거의 0에 가깝고 퍽은 일직선으로 진행하며, 일정한 속력으로 운동한다.

이와 같이 운동하는 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체는 일정한 속력으로 직선 운동을 한다.

잠깐 체크 물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 물체는 어떤 운동을 하게 될까?



그림 Ⅲ-44 퍽의 운동_ 스틱으로 퍽을 친 직후 마찰력이 거의 작용하지 않기 때문에 퍽은 일정한 속력으로 운동한다.

알짜힘이 0이 아닐 때 물체의 운동

주변에서 볼 수 있는 대부분의 물체들은 속력이 느려지거나 빨라지는 등 속력이 변하는 운동을 한다. 이와 같은 물체들의 속력을 변화시키는 원인은 무엇일까?

자전거의 페달을 밟아 속력을 증가시키는 경우를 생각해 보자.

우리는 자전거를 탈 때 정지 상태에서 페달을 밟아 앞으로 나아가는 방향으로 힘을 작용한다. 운동하고 있는 상태에서도 속력을 증가시킬 때에는 페달을 밟아 자전거가 나아가는 방향으로 힘을 작용한다. 마찰력이나 공기의 저항력이 있어도 자전거의 운동 방향으로 작용하는 알짜힘이 있으면 자전거의 속력은 증가하게 된다.



그림 Ⅲ-45 속력이 빨라지는 경우_ 알짜힘이 운동 방향으로 작용하면 자전거의 속력은 빨라진다.

한편, 자전거가 운동하는 상태에서 브레이크를 잡아 운동 방향과 반대로 알짜힘을 작용시키면 자전거의 속력은 점점 줄어든다. 즉, 자전거의 운동을 방해하는 방향으로 알짜힘을 작용하면 자전거의 속력은 줄어들다가 마침내 정지하게 된다.

이와 같이 물체에 작용하는 알짜힘이 0이 아니면 물체의 속력은 증가하거나 감소한다.

잠깐 체크 운동하는 방향으로 힘을 작용하면 물체의 속력은 어떻게 변할까?



그림 Ⅲ-46 속력이 느려지는 경우_ 알짜힘이 운동 방향과 반대로 작용하면 자전거의 속력은 느려진다.



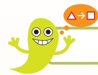
탐구 활동 빠르기의 변화가 일정한 물체에 작용하는 알짜힘

목·표

빠르기의 변화가 일정한 물체에 작용하는 알짜힘을 구할 수 있다.

준·비·물

MBL 속력 측정 장치, 실험용 수레, 용수철 저울



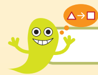
과정 A: 속력의 변화 측정

❶ 실험용 수레가 운동할 수 있도록 빗면을 장치한다.

❷ 빗면에 속력을 측정할 수 있는 MBL 실험 장치와 노트북, 인터페이스를 장치한다.

❸ 빗면에 수레를 가만히 놓아 내려가게 하면서 속력을 측정한 후, 0.1초 간격으로 속력을 기록한다.





과정 B: 알짜힘의 측정

❶ 과정 A에서 사용한 빗면 위에 수레를 놓고, 수레에 용수철 저울을 연결한다.

❷ 수레의 위치를 수레가 출발하는 지점, 빗면의 중간 지점, 빗면의 가장 낮은 지점으로 옮겨가면서 수레에 빗면 아래 방향으로 작용하는 힘을 측정한다.



결과 A

1 빗면을 따라 내려가는 수레의 속력을 표에 기록해 보자.

시간(s)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
속력(m/s)	0					

2 구간별 속력의 차이를 표에 기록해 보자.

시간(s)	0~0.1	0.1~0.2	0.2~0.3	0.3~0.4	0.4~0.5
속력의 차이(m/s)					

결과 B

빗면 위의 여러 지점에서 수레에 작용하는 알짜힘의 크기를 기록해 보자.

- 수레가 출발하는 지점: (　　　) N
- 빗면의 중간 지점: (　　　) N
- 빗면의 가장 낮은 지점: (　　　) N

해석 창의 · 인성

1 시간에 따라 수레의 속력은 어떻게 변할까?

2 수레가 운동하는 동안 수레에 작용하는 알짜힘의 크기는 어떻게 변할까?

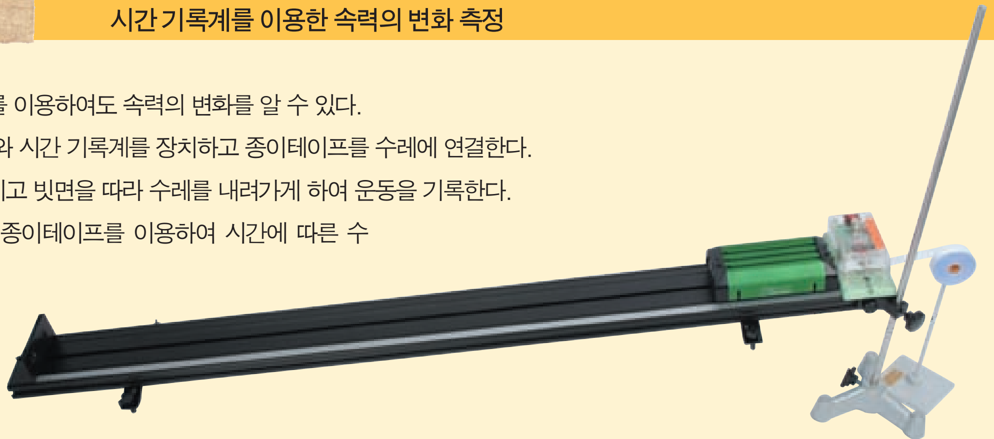
한 걸음 더

빗면의 기울기를 다르게 하여 위의 실험을 해 보고, 수레의 속력 변화와 수레에 작용하는 알짜힘의 관계에 대하여 알아보자.

탐구의 확장 시간 기록계를 이용한 속력의 변화 측정

다음과 같이 시간 기록계를 이용하여도 속력의 변화를 알 수 있다.

1. 빗면 위에 실험용 수레와 시간 기록계를 장치하고 종이테이프를 수레에 연결한다.
2. 시간 기록계를 작동시키고 빗면을 따라 수레를 내려가게 하여 운동을 기록한다.
3. 수레의 운동이 기록된 종이테이프를 이용하여 시간에 따른 수레의 속력과 속력의 변화를 알 수 있다.



 **힘의 크기와 속력 변화량**
물체에 작용하는 힘이 커지면 속력의 변화량도 커진다.

직선상에 정지해 있던 물체에 일정한 힘이 계속 작용하면 물체의 속력은 일정하게 증가한다. 또 그림과 같이 수평면에서 일정한 속력으로 운동하고 있는 물체에 힘을 계속 작용하면 물체의 속력은 힘의 방향으로 계속해서 증가한다.

이때 힘의 크기가 일정하면 물체의 속력은 일정하게 증가한다.

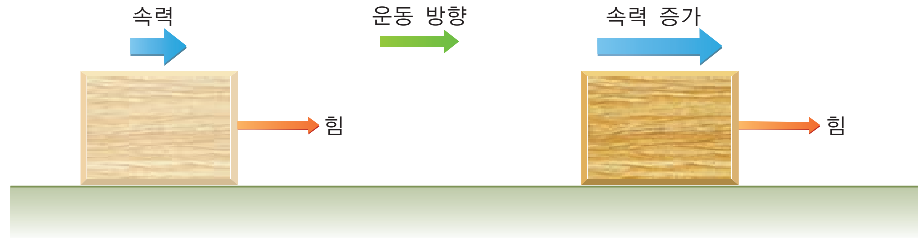
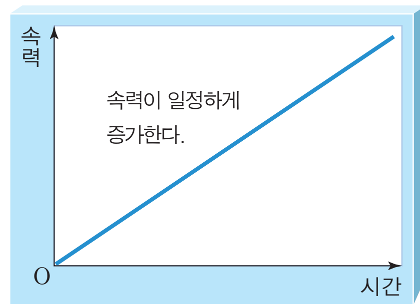


그림 Ⅲ-47 **운동 방향으로 힘이 작용할 때**_ 물체의 속력이 증가한다.

또 기울기가 일정한 빗면 위에서 내려오는 수레의 속력은 일정하게 증가한다. 이 수레에 작용하는 알짜힘의 크기는 빗면의 위치에 관계없이 일정하다.

지표면 위의 높은 곳에서 떨어뜨린 공의 속력도 일정하게 증가한다. 이때에도 공에 작용하는 알짜힘의 크기는 공의 위치에 관계없이 항상 일정하다. 즉, 낙하하는 공의 속력에 관계없이 공에 작용하는 알짜힘의 크기는 같다.

이와 같이 직선상에서 일정한 크기의 힘이 물체의 운동 방향으로 계속 작용하면 물체의 속력은 일정하게 증가한다.



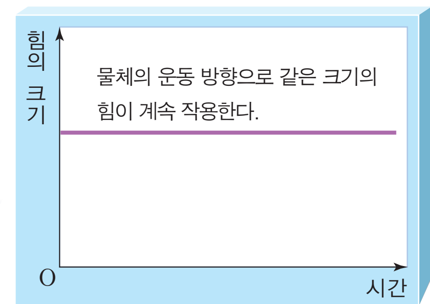


그림 Ⅲ-48 물체의 운동 방향으로 힘이 작용했을 때의 속력 - 시간 그래프와 힘의 크기 - 시간 그래프

과학 자료실 자동차 안전 연구원 

만약 갑자기 자동차에 큰 힘이 가해지면 자동차와 자동차에 탄 사람에게는 어떤 일이 일어날까?

교통 안전 공단의 자동차 안전 연구원에서는 자동차 성능 검사를 위해 일정한 속력으로 달리다가 벽에 정면으로 충돌했을 때 운전자들이 받게 되는 충격 시험, 다른 차량이 뒤에서 충돌했을 때의 충격 시험, 차량과 충돌한 보행자가 받는 충격 시험 등을 실시한다. 또 자동차 속에 사람 모형을 놓아 두고 여러 가지 센서를 부착하여 충격 시 얼마나 힘을 받는지를 검사하기도 한다.



* 교통 안전 공단 (http://www.ts2020.kr)

반대로 수평면에서 일정한 속력으로 운동하고 있는 물체에 운동 방향과 반대 방향으로 힘을 계속 작용하면 물체의 속력은 지속적으로 감소하다가 결국 멈춘다. 이때에도 작용하는 힘의 크기를 일정하게 유지한다면 물체의 속력은 일정하게 감소한다.

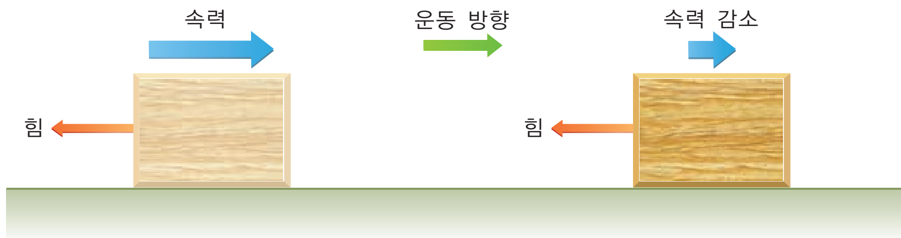
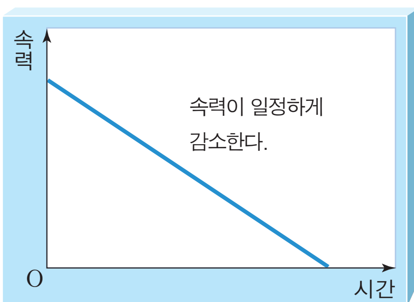


그림 Ⅲ-49 운동 반대 방향으로 힘이 작용할 때_ 물체의 속력이 감소한다.

또 빗면에서 위로 운동시킨 수레는 속력이 점점 감소하다가 멈춘다. 이때 수레의 속력은 일정하게 감소하며 수레에 작용하는 알짜힘의 크기는 빗면의 위치에 관계없이 같고 운동 방향과는 반대 방향으로 작용한다. 즉, 수레에 일정한 크기의 힘이 운동 방향과 반대로 작용하면 수레의 속력은 일정하게 감소한다.

공을 위로 던져 올렸을 때에도 공에 작용하는 중력은 운동 방향과 반대 방향으로 작용하므로 공의 속력은 점점 감소한다. 지표면 근처에서 공에 작용하는 중력의 크기는 일정하므로 공의 속력은 일정하게 감소한다.

이와 같이 직선상에서 운동하는 물체에 일정한 크기의 힘이 운동 방향과 반대로 계속 작용하면 물체의 속력은 일정하게 감소한다.



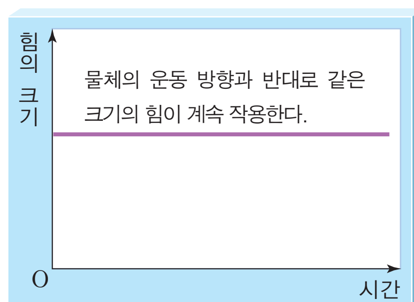


그림 Ⅲ-50 물체의 운동 방향과 반대로 힘이 작용했을 때의 속력 - 시간 그래프와 힘의 크기 - 시간 그래프

자기 주도 학습

개념 확인하기

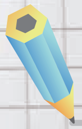
지표면 근처에서 일정한 속력으로 떨어지는 빗방울에 작용하는 알짜힘의 크기와 방향을 쓰시오.

문제 해결하기

활을 쏠 때 화살이 활시위를 떠날 때까지 활의 탄성력은 처음에는 크게 작용하지만 점점 작아진다. 화살의 속력을 화살에 작용하는 힘과 연관지어 설명해 보자.

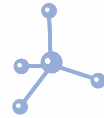
과학과 기술 연관 짓기

지구로 귀환하는 우주선의 속력은 중력에 의하여 점점 증가하게 될 것이다. 이 우주선을 안전하게 착륙시키기 위해 속력을 줄이는 방법을 생각해 보자.



대단원 마무리

Ⅲ. 힘과 운동

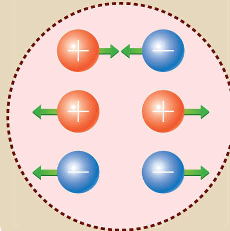

개념 정리하기

힘의 종류

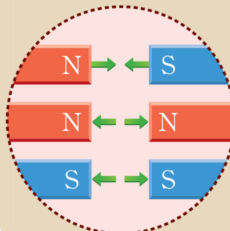
㉠ [   ] 지구와 물체가 서로 당기는 힘



㉡ [   ] 전기를 띤 물체 사이에 작용하는 힘



㉢ [   ] 자석과 쇠붙이 또는 자석과 자석 사이에 작용하는 힘



㉣ [   ] 두 물체의 접촉면에서 물체의 운동을 방해하는 힘



㉤ [   ] 물체를 변형시켰을 때 원래 상태로 되돌아가려는 힘



힘

힘의 정의



힘은 물체의 ㉥ [   ](이)나 모양을 변화시킨다.

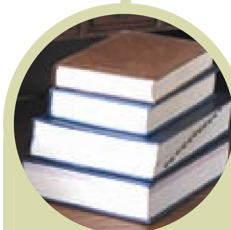
힘의 합력



한 물체에 둘 이상의 힘이 동시에 작용할 때 이들과 같은 효과를 내는 하나의 힘

힘과 운동

알짜힘$=0$



정지

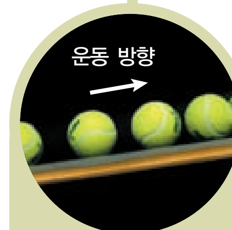


속력이 일정한 운동

알짜힘$\neq 0$



힘이 운동 방향과 같을 때: 속력이 점점 ㉦ [   ]한다.



힘이 운동 방향과 반대일 때: 속력이 점점 ㉧ [   ]한다.

개념 적용하기



1 힘에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 단단할수록 힘이 크다.
② 속력이 빠를수록 힘이 크다.
③ 힘은 두 물체 사이의 상호 작용이다.
④ 에너지를 많이 가지고 있으면 힘이 크다.
⑤ 정지한 물체에는 아무런 힘이 작용하지 않는다.

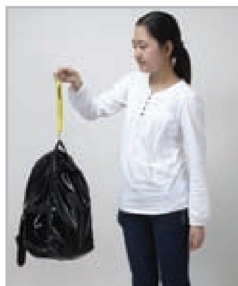
2 10 N의 중력이 농구공에 작용하여 농구공이 아래로 떨어지고 있다. 이때 농구공에 작용하는 중력을 힘의 화살표로 나타내시오.



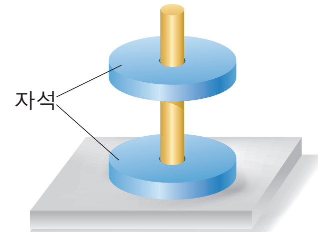
3 다음 글의 빈칸에 알맞은 힘의 종류를 쓰시오.

- 지상에 서 있는 사람은 지구에 의하여 (㉠)을/를 받고 있다.
- 사람이 걸을 때 발로 지면을 밀면 (㉡)에 의하여 미는 방향과 반대 방향으로 힘을 받게 된다.
- 옷과 옷 사이의 마찰에 의해 발생한 (㉢)(으)로 옷끼리 서로 달라붙기도 한다.

4 용수철 저울에 무게 3 N인 신발을 매달았더니 용수철 저울이 2 cm 늘어났다. 이 용수철 저울에 무게 9 N인 가방을 매달면 몇 cm 늘어나겠는가?



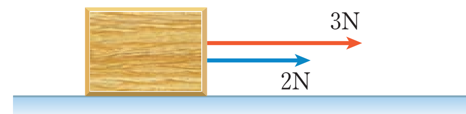
5 그림과 같이 두 개의 원형 자석을 나무 막대로 끼웠더니 위쪽 자석이 허공에 떠 있었다.



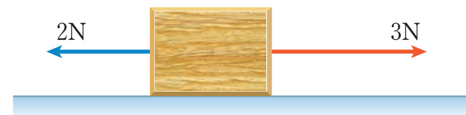
위쪽 자석에 작용하는 두 힘의 종류를 쓰고, 화살표로 나타내시오.

6 그림과 같이 나무 도막에 3 N, 2 N의 힘이 작용하면 합력은 몇 N인가?

(1) 두 힘이 같은 방향으로 작용할 때

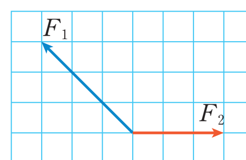


(2) 두 힘이 반대 방향으로 작용할 때

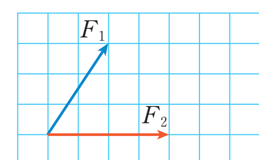


7 다음은 어떤 물체에 작용하는 두 힘을 모눈종이에 화살표로 나타낸 것이다. 그림에서 두 힘의 합력을 각각 그려 보시오.

(1)



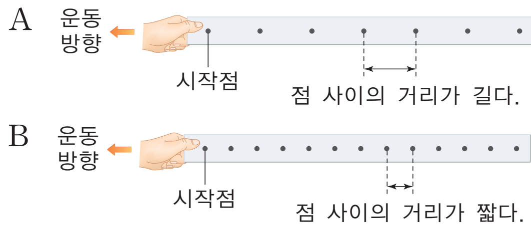
(2)



개념 적용하기



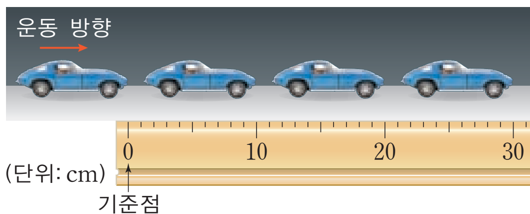
8 그림은 물체 A, B의 운동을 각각 0.1초 간격으로 종이테이프에 점을 찍어 나타낸 것이다.



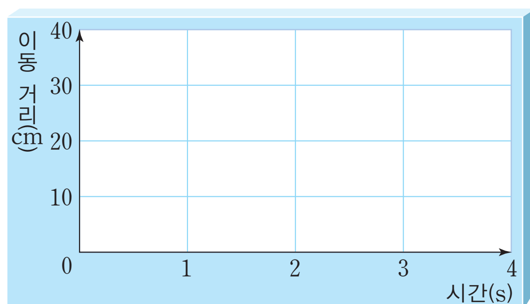
시작점에서 끝점까지 두 물체의 운동을 비교했을 때 옳은 것은?

① A와 B의 속력은 같다.
② A의 이동 거리가 더 짧다.
③ A가 운동한 시간이 더 길다.
④ B의 속력이 A의 속력보다 느리다.
⑤ B의 속력은 시간이 흐를수록 느려진다.

9 그림은 직선상에서 운동하는 장난감 자동차의 위치를 1초 간격으로 나타낸 것이다.

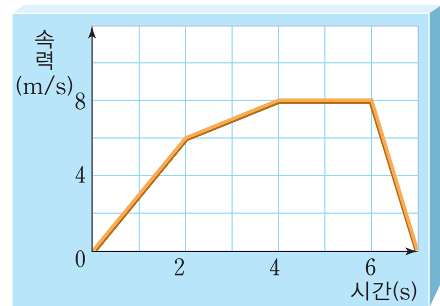


0초 때 자동차가 기준점을 통과하였다면 이 자동차의 위치를 이동 거리 – 시간 그래프로 나타내시오.



10 직선상에서 오른쪽으로 운동하는 어떤 물체의 속력이 점점 감소하고 있다. 이 물체에 작용하는 힘의 방향을 쓰시오.

11 그림은 직선상에서 운동하는 물체의 속력을 시간에 따라 나타낸 것이다.



0~7초 동안 물체의 운동에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 물체는 계속하여 출발점으로부터 멀어진다.
② 1초 때 작용하는 힘의 크기가 가장 크다.
③ 0~2초 사이에 물체에 작용하는 힘은 점점 증가한다.
④ 5초 때 작용하는 힘의 크기가 가장 크다.
⑤ 1초 때와 6.5초 때 물체의 운동 방향은 서로 반대이다.

12 물체에 작용한 알짜힘이 0인 경우를 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

보기

ㄱ. 아버지는 브레이크를 밟아 달리던 자동차를 멈추었다.
ㄴ. 하늘에서 빗방울이 일정한 속력으로 떨어지고 있다.
ㄷ. 영수가 위로 던진 농구공이 올라갔다가 내려왔다.

개념 응용하기

창의 · 인성 키우기

1 물과 같은 액체를 담는 병의 바닥 부분이 수평으로 되어 있으면 병의 모양이 변형되기 쉽다. 병의 바닥 부분이 잘 변형되지 않게 하기 위한 병 바닥의 모양을 설계해 보고 그 이유를 서술하시오.

과학 글쓰기

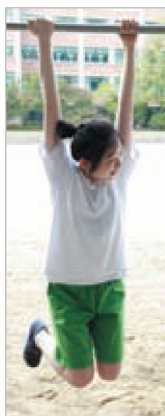
2 그림은 고무줄 새총에 돌을 넣은 후 당기고 있는 모습을 나타낸 것이다.



잡고 있는 돌을 놓았을 때부터 고무줄의 탄성력이 작용하지 않을 때까지 돌에 작용하는 힘의 변화와 돌의 속력 변화를 서술하시오.

창의 · 인성 키우기

3 그림은 철봉에 매달린 학생의 모습이다. 철봉에 매달리기를 할 때 두 팔을 어깨 넓이 정도로 벌려서 나란하게 하여 철봉을 잡을 경우에 더 오래 매달릴 수 있다. 그 이유를 힘의 합력과 관련지어 서술하시오.



탐구력 기르기

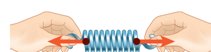
4 우리 생활 주변에서 마찰력을 작게 하는 경우와 크게 하는 경우를 각각 두 가지씩 적고, 그와 같은 경우 좋은 점을 서술하시오.

(1) 작게 하는 경우 :

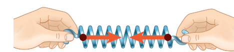
(2) 크게 하는 경우 :

탐구력 기르기

5 그림과 같이 용수철을 변형시키면 제자리로 돌아가려는 탄성력이 나타난다.



용수철을 눌렀을 때 탄성력의 방향

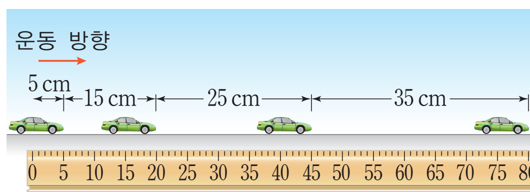


용수철을 잡아 늘였을 때 탄성력의 방향

우리 주변에서 탄성력을 이용한 예를 두 가지 이상 쓰시오.

과학 글쓰기

6 다음은 직선상에서 운동하는 자동차의 위치를 0.5초마다 나타낸 것이다.



이 자동차의 시간에 따른 이동 거리를 그래프로 나타내고, 자동차에 작용하는 알짜힘에 대하여 서술하시오.

잉엔하우스(Ingenhousz, J. ; 1730 ~ 1799)



네덜란드에서 태어난 잉엔하우스는 영국 과학자로, 동물들이 대기를 오염시키는 물질을 내보낸다는 프리스틀리의 실험에 이어서 광합성과 호흡을 연구하였다.

잉엔하우스는 광합성 실험 결과를 '식물을 대상으로 한 실험, 햇빛에서 대기를 정화하는 힘 및 밤과 그늘에서 대기를 손상시키는 힘'이라는 재미있는 제목으로 발표하였다. 그는 식물이 빛을 받아 광합성을 할 때 산소를 방출하여 대기를 정화시킨다고 생각하였다. 그리고 밤이나 그늘에서는 식물이 호흡만 하기 때문에 이산화 탄소를 방출하여 대기를 손상시킨다고 생각하였다.

잉엔하우스는 현재 알려진 대기 오염 물질들의 존재를 몰랐기 때문에 이산화 탄소가 대기를 손상시킨다고 생각하지 않았을까?



IV 광합성

❖ 이 단원에서는

중국의 쓰촨 성과 티베트에 사는 대왕판다(giant panda)는 대나무를 먹고 자란다. 대왕판다는 대나무에 들어 있는 영양분을 섭취하여 생활에 필요한 에너지를 만들고 생장한다. 이처럼 판다가 섭취하는 대나무의 양분은 광합성 과정을 통해 합성된다.

이 단원에서는 광합성을 통해 양분을 합성하는 식물 세포가 동물 세포와 어떻게 다른지, 식물 세포로부터 잎과 줄기, 뿌리가 어떻게 구성되는지 살펴보자. 그리고 광합성 과정에서 잎, 줄기, 뿌리가 어떻게 서로 역할을 분담하는지, 광합성에 영향을 미치는 요인 및 호흡과 광합성은 어떤 관계인지 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

식물의 유기적 구성

1-1 세포의 구조와 식물체의 구성 | 1-2 잎, 줄기, 뿌리

잎

이슬방울은 잎 위에 맺히지만, 잎 속으로는 흡수되지 않는다. 만일 뿌리가 없다면 식물은 잎을 통해 이슬과 같은 물방울을 직접 흡수해야 되지 않을까?





줄기

미국의 세쿼이아 국립 공원에는 높이가 80 m 이상 되는 세쿼이아들이 많이 있다. 이처럼 키가 큰 나무의 뿌리에서 빨아들인 물은 줄기 끝에 달려 있는 잎까지 전달된다. 물은 어떻게 잎까지 올라갈 수 있을까?

공원이나 숲 속을 산책하다 보면 줄기에 이끼가 덮여 있는 키 큰 나무들과 바람에 흔들리는 작은 풀들을 볼 수 있다. 나무와 풀, 이끼는 겉으로 보기에는 서로 다른 종류처럼 보이지만 실제로는 모두 세포로 구성되어 있다는 공통점이 있다. 세포는 어떻게 식물체를 구성하고 있을까?

뿌리

캄보디아의 앙코르 와트에 가면 식물의 뿌리가 사원을 뒤덮은 모습을 볼 수 있다. 땅 위로 드러난 뿌리가 줄기처럼 굵게 자라면서 사원이 파괴되고 있다. 식물체에서 뿌리는 어떤 일을 하는 것일까?



1-1 세포의 구조와 식물체의 구성





작은 블록을 이용하여 조각 하나하나를 맞추면 큰 성의 모형을 만들 수 있다. 이렇게 만들어진 성이 하나하나의 블록이 모여 이루어진 것처럼 식물도 세포라고 하는 작은 단위로 구성되어 있다. 세포는 식물의 기능과 어떤 연관이 있을까?



학습 목표

- 식물 세포의 특징을 동물 세포와 비교하여 설명할 수 있다.
- 식물체의 유기적 구성 단계를 설명할 수 있다.

가을 숲 속에서 다람쥐는 바쁘게 움직인다. 밤나무와 참나무 가지에서 떨어진 밤과 도토리를 부지런히 주워 자신만이 아는 나무 아래의 땅속에 저장한다. 이는 먹을거리가 부족한 겨울과 봄에 식량으로 삼기 위해서이다. 가을 논에서는 농부들도 벼를 수확하느라 바쁘다.

다람쥐는 도토리를 먹이로 삼아 도토리에 저장된 양분을 얻을 수 있고, 농부들은 농사를 지어 벼에 저장된 양분을 얻을 수 있다. 이처럼 다람쥐나 사람과 같은 동물은 스스로 양분을 만들 수 없기 때문에 다른 생물로부터 양분을 섭취한다. 그러나 참나무나 벼와 같은 식물은 광합성을 통해 스스로 양분을 만들 수 있다.

이와 같이 양분을 스스로 만들 수 있는가 없는가에 따라 식물과 동물로 구분할 수 있다. 그러나 양분을 이용하여 몸을 구성하는 세포를 만들고, 세포의 활동에 필요한 에너지원으로 사용하는 등 생명 활동에 이용한다는 점에서는 차이가 나지 않는다. 그러면 동물과 식물을 구성하는 세포에는 어떤 공통점과 차이점이 있으며, 이러한 사실들은 어떻게 발견되었을까?

스스로 해결하기

아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.

> 다람쥐나 사람과 같은 동물은 스스로 양분을 만들 수 있다.

______

______

______



그림 Ⅳ-1 먹이를 모으는 다람쥐



그림 Ⅳ-2 벼를 수확하는 농부

세포의 구조

아메바나 짚신벌레는 몸 전체가 세포 하나로 구성되어 있어 단세포 생물이라고 한다. 반면, 다람쥐나 참나무처럼 수많은 세포로 이루어진 생물을 다세포 생물이라고 한다.

생물이 세포로 구성되어 있다는 것은 현미경이 만들어진 후에 밝혀졌다. 1665년 영국의 훅은 자신이 만든 현미경으로 식물 줄기의 코르크 조각에서 빈방으로 된 공간을 발견하고 **세포**라고 이름 붙였다. 그 후 현미경의 성능이 개선되면서 세포의 비밀이 점점 밝혀졌다.

1838년 슐라이덴은 모든 식물이 세포로 구성되어 있다는 식물 세포설을 발표하였고, 1839년 슈반은 동물 세포설을 발표하였다. 이것은 모든 생물이 세포로 구성되어 있다는 세포설의 기초가 되었다. 최근에는 전자 현미경의 발달로 세포 안에 있는 소기관들의 구조까지 정확하게 알게 되었다.

식물인 참나무와 동물인 다람쥐는 모두 세포로 이루어져 있다. 세포에서는 생명 활동이 일어나고, 세포의 생명 활동을 위해서는 양분이 필요하다. 식물과 동물의 몸을 이루는 세포에는 어떤 차이점이 있어서 양분을 얻는 방법이 다를까?

짚신벌레(×600)



짚신벌레의 몸은 하나의 세포로 이루어져 있다.

세포 소기관
세포에 있는 작은 기관들로서, 각각 다른 생명 활동이 일어난다.

그림 Ⅳ-3 현미경의 발달

훅은 현미경으로 코르크를 관찰하여 세포를 발견하였다.

코르크

광학 현미경의 발달로 세포설이 확립되었다.

양파의 표피 세포 (×100)

전자 현미경의 발달로 세포의 미세 구조가 밝혀졌다.

백혈병 환자의 혈구(×1,000)

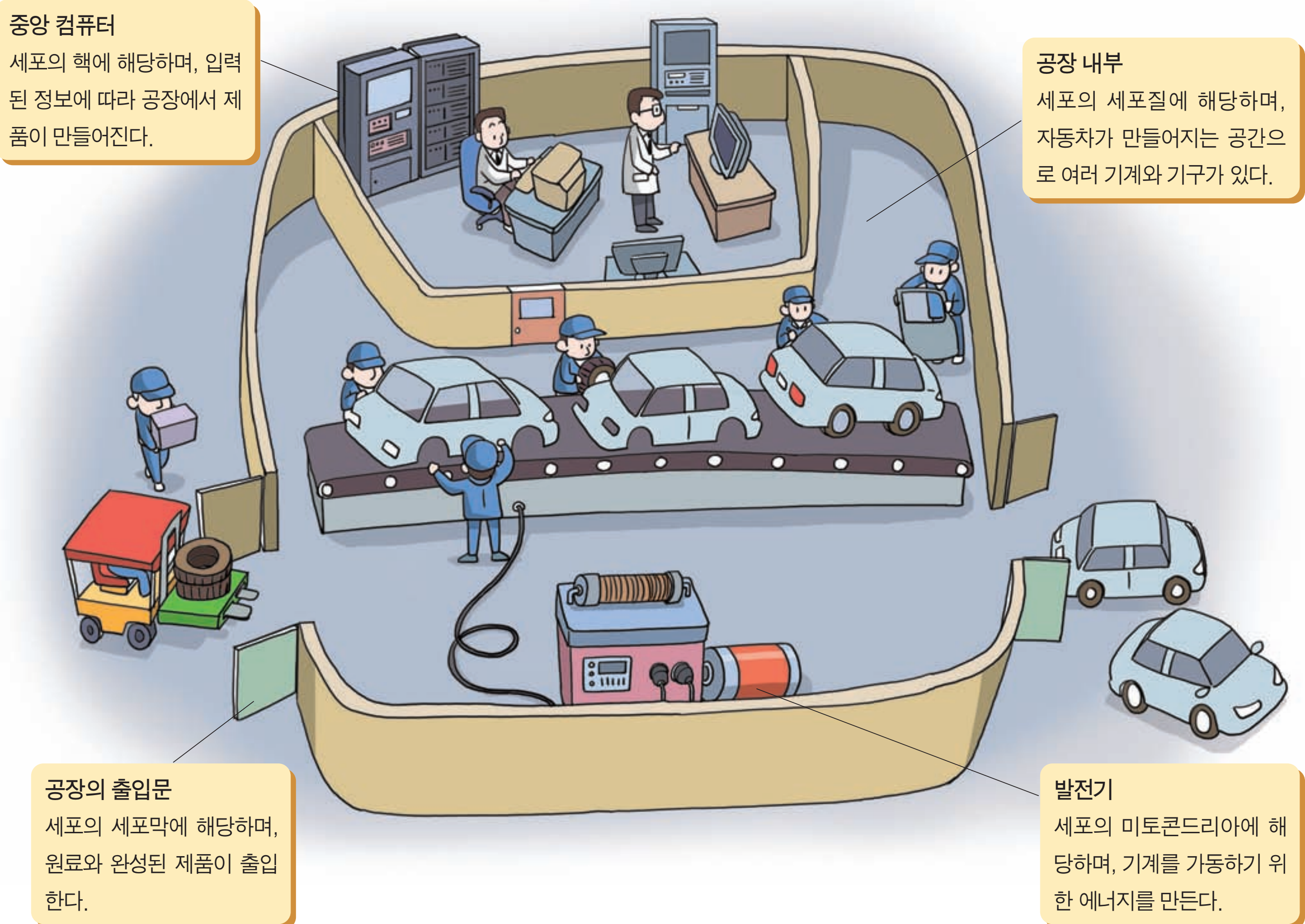
세포에서 핵의 역할
핵 속에는 유전자가 들어 있으며, 유전자에는 세포의 생명 활동에 대한 정보가 들어 있다.

세포에서는 핵 속의 정보에 따라 생명 활동에 필요한 물질들이 만들어진다. 이 과정은 그림 Ⅳ－4와 같이 중앙 컴퓨터의 정보에 따라 부품이 조립되어 자동차가 만들어지는 것에 비교할 수 있다. 자동차 공장에서는 중앙 컴퓨터에 입력된 지시에 맞게 여러 기계 장치를 통해 원하는 제품이 만들어진다. 이때 필요한 에너지는 발전기에서 만들며, 원료와 완성된 제품은 공장의 문을 통해 출입한다.

세포에서 중앙 컴퓨터에 해당하는 것은 **핵**이며, 핵 이외의 부분을 **세포질**이라고 한다. 핵에는 생명 활동에 필요한 정보가 들어 있으며, 그 정보에 따라 세포질에서 필요한 물질을 만들어 생명 활동을 하게 된다. 생명 활동에 필요한 에너지는 발전기 역할을 하는 **미토콘드리아**에서 만든다. 그리고 **세포막**을 통해 세포 안쪽 혹은 바깥쪽으로 물질이 이동한다.

이러한 세포 속의 소기관들은 하는 일이 각각 다르지만, 이들에 의해 생명체가 살아가는 데 필요한 일들이 이루어진다. 이와 같은 기본적인 생명 활동은 동물 세포와 식물 세포에서 거의 비슷하게 일어난다.

그림 Ⅳ-4 세포와 자동차 공장의 구조 비교



우리가 섭취한 음식물 속의 영양소는 몸에 흡수된 후 세포까지 이동한다. 영양소는 세포막을 통해 세포 안으로 들어와 세포의 구성 물질로 사용되거나 생활에 필요한 에너지로 변한다. 또 세포의 생명 활동 후 만들어진 노폐물은 세포막을 통해 외부로 배출된다.

세포 안에서 영양소는 세포질에 있는 다양한 소기관에 의해 분해되거나 다른 물질로 합성된다. 이러한 변화는 대부분 핵 속의 정보에 따라 일어난다. 예를 들면 세포 안으로 공급된 포도당은 미토콘드리아에서 물과 이산화 탄소로 분해된다. 또 아미노산과 같은 작은 크기의 물질이 여러 소기관들을 거치면서 단백질과 같은 커다란 물질로 합성되기도 한다.

식물 세포에 있는 엽록체에서는 이산화 탄소와 물이 포도당으로 바뀌는 과정이 일어난다. 이 과정을 **광합성**이라고 하는데, 동물 세포에는 엽록체가 없어서 광합성을 할 수 없다. 이러한 이유 때문에 다람쥐는 도토리를 모으고 농부는 벼를 재배하여 수확하는 것이다.

물질대사
살아 있는 세포에서 일어나는 물질들의 분해와 합성 같은 물질 변화를 말한다.

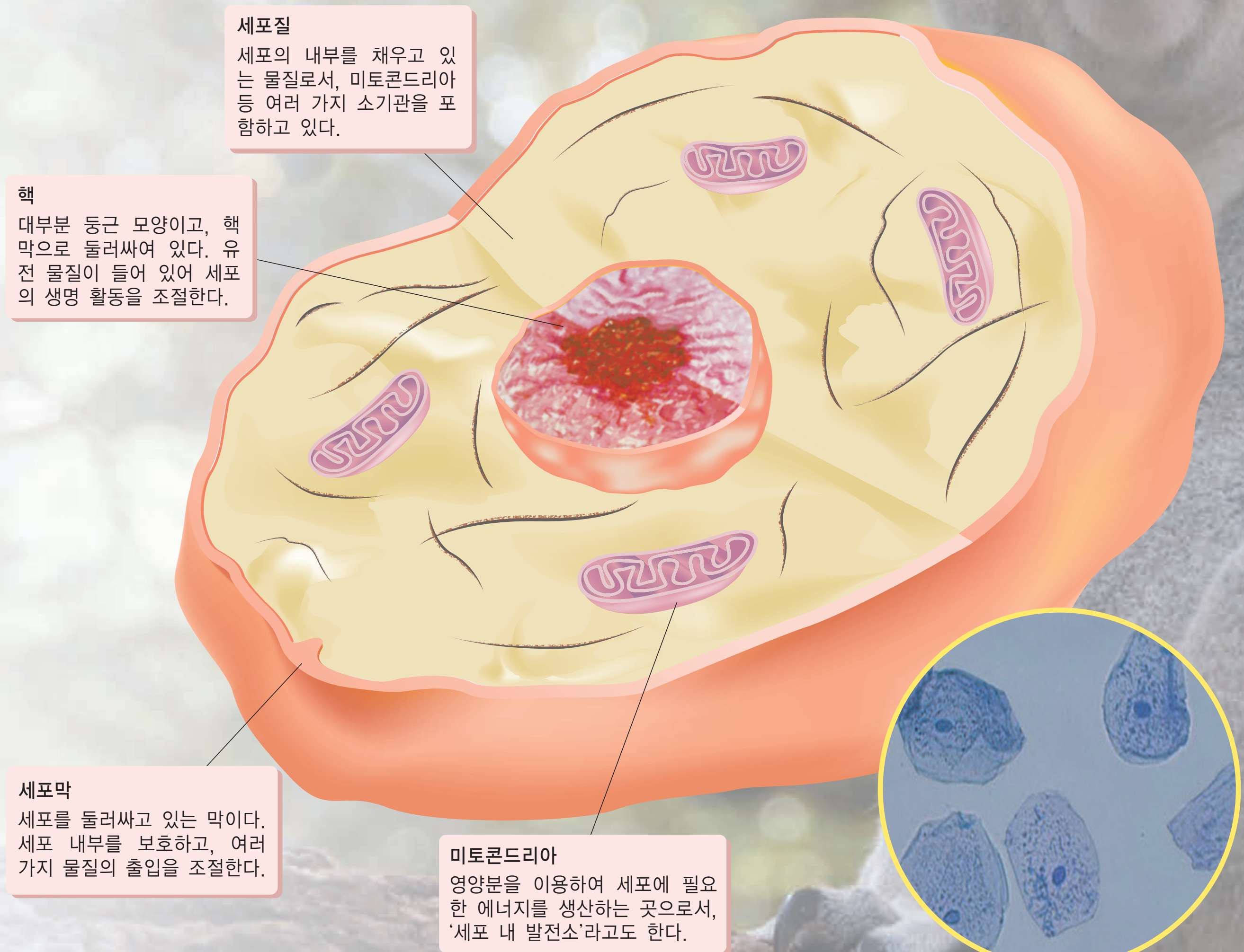


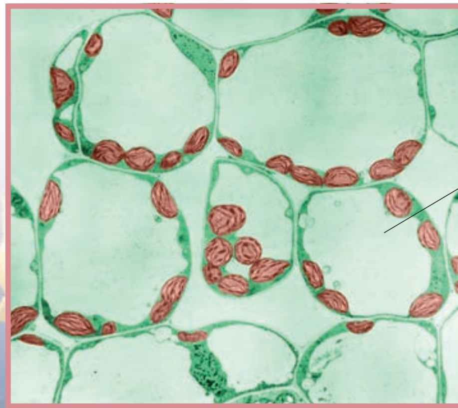
그림 Ⅳ-5 동물 세포의 구조



그림 Ⅳ-6 봄철의 나뭇잎_ 갓 돋아난 나뭇잎은 연두색이지만, 여름이 되면 엽록체가 많아져 진한 녹색으로 된다.

봄이 되면 나무줄기에서 연두색의 작은 잎이 돋아 나와 경치를 아름답게 바꿔 준다. 작은 잎은 여름으로 갈수록 점점 커지고 색깔도 진한 녹색으로 변한다. 잎의 크기가 커지는 것은 잎의 세포 수가 늘어나기 때문이다. 그렇다면 잎의 색깔이 진해지는 이유는 무엇일까?

잎을 녹색으로 보이게 하는 것은 **엽록체**이다. 잎의 색깔이 연두색에서 짙은 녹색으로 변하는 것은 세포에 엽록체가 많아지기 때문이다. 나무줄기의 색깔이 녹색이 아닌 것은 줄기의 세포에 엽록체가 없다는 증거이다. 식물 세포에는 동물 세포와는 달리 저장고 역할을 하는 **액포**가 발달해 있다. 액포에는 노폐물이나 색소 성분 등이 저장되며, 시간이 지날수록 점점 커지게 된다.



액포(×4,500)

액포
세포의 생명 활동으로 생긴 노폐물이나 색소 성분을 저장하는 곳이다. 주로 식물 세포에 발달해 있으며, 식물 세포가 오래될수록 크기가 커진다.





잎의 엽록체(×37,500)

엽록체
광합성을 통해 양분을 만드는 곳이다. 엽록소라는 녹색의 색소 물질이 들어 있어서 녹색을 띠며, 식물 세포에만 있다.

사람은 몸속에 뼈가 있어서 몸을 잘 지탱할 수 있다. 그런데 뼈가 없는 식물은 어떻게 몸을 지탱할 수 있을까?

식물 세포에는 세포막의 바깥에 공장의 외벽 역할을 하는 **세포벽**이 있어서 식물 세포를 보호해 준다. 세포벽은 여러 겹의 섬유질이 규칙적으로 배열되어 있어서 질기고 단단하다. 집을 지을 때 벽돌을 쌓아올려 단단한 벽을 만드는 것처럼 세포벽으로 싸인 세포들은 서로 연결되어 나무의 높이가 수십 m나 되어도 튼튼하게 그 무게를 지탱할 수 있다.

셀룰로스
식물 세포벽의 주성분으로서, 사람의 소화 기관에는 셀룰로스를 분해하는 효소가 없어 소화가 되지 않는다.

식물 세포의 엽록체, 세포막, 미토콘드리아에서는 생명 활동이 일어나지만, 세포벽과 액포의 성분은 생명 활동 결과 만들어진 물질이다.

잠깐 체크 동물 세포에는 없고 식물 세포에만 있는 소기관 두 가지는 무엇인가?

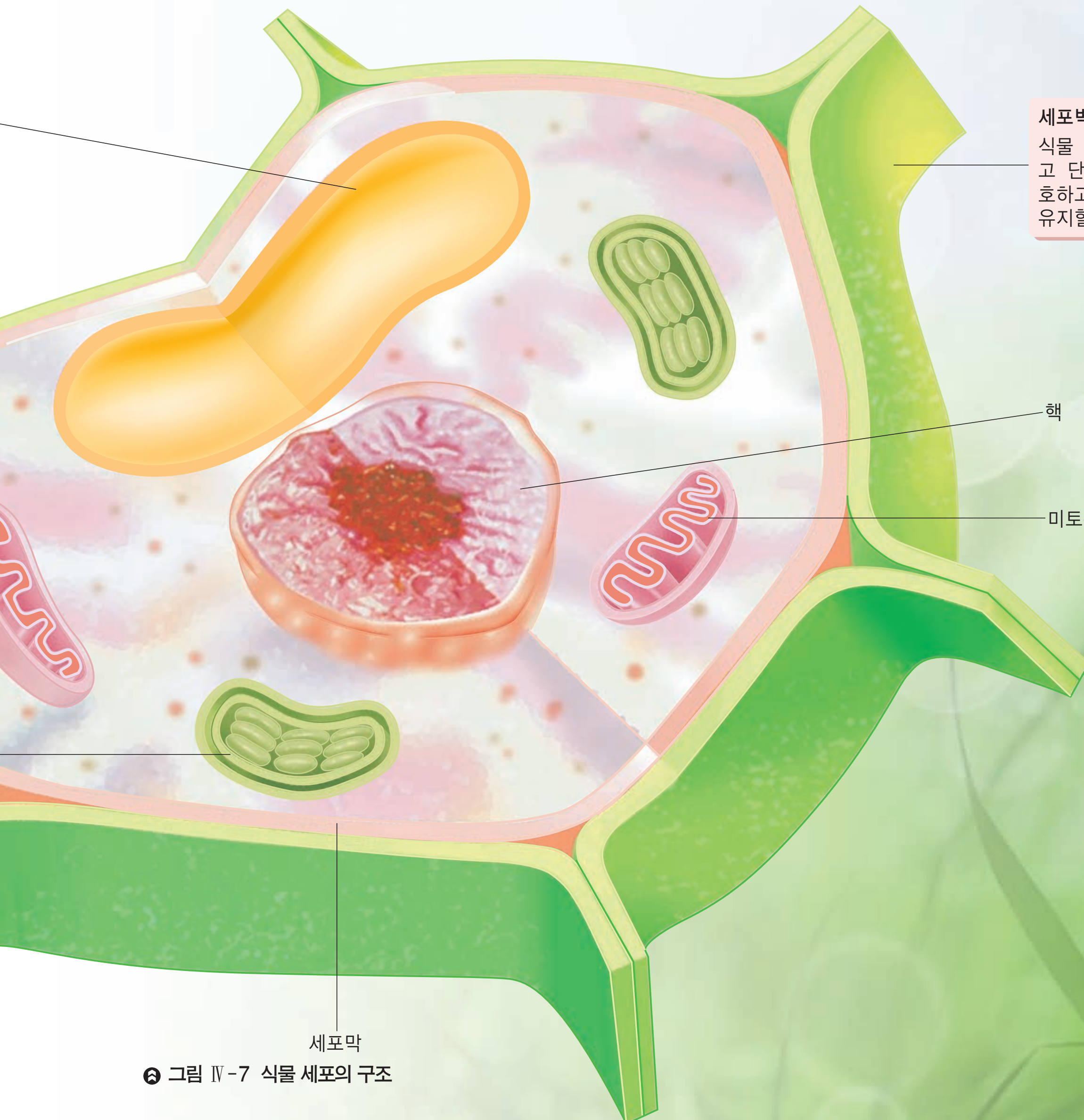


그림 Ⅳ-7 식물 세포의 구조

생물을 구성하는 세포의 모양은 모두 같을까?

사람의 경우 몸의 위치와 기능에 따라 세포의 모양은 각각 다르다. 예를 들어 신경 세포, 근육 세포, 적혈구, 백혈구 등은 각각 다른 모양을 하고 있다. 또 동물의 종류가 다르면 같은 기능을 하는 세포라도 모양이 다를 수 있다.

식물의 경우에도 잎, 줄기, 뿌리 등을 구성하는 세포의 기능이 다르므로 모양도 다양하다. 예를 들어 엽육 세포는 광합성이 잘 일어날 수 있게 되어 있고, 관다발의 체관 세포는 양분을 잘 이동시킬 수 있도록 되어 있다. 따라서 엽육 세포와 체관 세포는 모양이 서로 다르다. 또 식물의 종류가 다르면 같은 기능을 갖는 세포라도 모양이 달라진다. 식물 세포들이 다양한 만큼 식물 세포들로 이루어진 식물체의 종류도 매우 다양하다.

잠깐 체크 동물 세포와 달리 식물 세포가 일정한 모양을 유지하고 규칙적으로 배열할 수 있는 것은 세포의 어떤 구조 때문인가?



그림 Ⅳ-8 여러 가지 종류의 동물 세포와 식물 세포

STEAM 융합

파란색 장미

사람들은 옛날부터 빨간색이나 노란색 장미는 흔히 볼 수 있었는데, 다른 식물에 있는 파란색 꽃이 장미에는 왜 없는지 궁금해하였다. 그런데 아름다운 파란색 장미꽃을 보고 싶은 꿈이 생명 공학적인 방법으로 실현되고 있다.

장미꽃의 색깔은 어떤 방법으로 표현될까?

꽃잎의 색깔은 주로 세포 속의 액포에 들어 있는 안토시안(anthocyan)이라는 색소에 의해 나타난다. 안토시안은 산성에서는 붉은색, 염기성에서는 보라색에 이르기까지 다양한 색을 만들어 낼 수 있다. 안토시안 외에 파란색을 나타내는 색소에는 안토시안의 일종인 델피니딘(delfinidin)이 있다.

그런데 장미에는 델피니딘을 만드는 효소가 없기 때문에 파란색 꽃이 생길 수 없다. 그렇다면 어떻게 파란색 장미꽃을 만들 수 있을까?



파란색 장미꽃_ 파란색 장미는 자연 상태에서는 볼 수 없지만 지금은 생명 공학을 이용하여 만들 수 있다.



도라지꽃

꽃에 있는 파란색 색소를 만드는 유전자를 청색 유전자, 즉 블루진(blue gene)이라고 한다. 생명 공학자들은 파란색의 패랭이꽃이나 야생 도라지꽃과 같은 다른 종류의 파란색 꽃에서 블루진을 분리시켜 장미에 넣었다. 이 방법은 그동안 꿈으로만 여겨 왔던 파란색 장미를 실제로 만들 수 있는 길을 열어 주었다. 이처럼 장미는 새로 들어온 유전자가 만든 파란색 색소를 액포에 채워 파란색 장미로 다시 태어날 수 있게 되었다.



물음 장미 잎의 색은 녹색이며, 꽃잎의 색은 붉은색, 노란색, 분홍색 등 다양하다. 색깔을 나타내는 색소는 잎과 꽃잎 세포의 어느 부분에 들어 있을까?



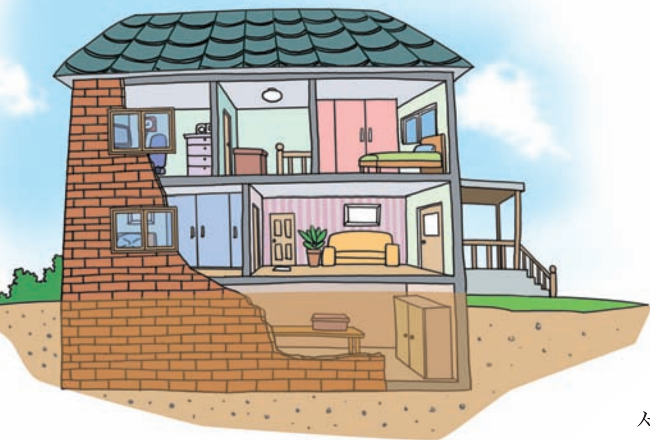


그림 Ⅳ-9 벽돌집의 구성

식물체의 구성

식물 세포들은 어떤 단계를 거쳐 식물체를 구성하는 것일까?

먼저 나무와 유리, 벽돌, 기와 등 기본 재료를 이용하여 집을 짓는 과정과 비교해 보자. 집은 지붕, 벽, 창문 등으로 이루어져 있다. 지붕은 튼튼한 나무를 여러 개 엮어 틀을 만든 후 그 위에 기와를 올려 만든다. 벽은 나무 기둥으로 틀을 세우고 작은 벽돌을 쌓아올려 만든다. 창문은 유리와 나무로 만들 수 있다.

세포들이 모여 식물체를 구성하는 단계도 집을 짓는 과정과 비슷하다. 재료만 모아 둔다고 집이 완성되지 않는 것처럼 세포들이 모여도 개체가 바로 만들어지지 않는다. 집을 지을 때 벽돌들이 쌓여 벽돌담이 되듯 같은 종류의 세포들이 모여 조직을 구성한다. 즉, 엽육 세포들이 모여 울타리 조직과 해면 조직을 만들고, 표피 세포들이 모여 표피 조직을 이루게 된다.

엽육
잎맥을 제외한 잎의 양쪽 표피 세포의 안쪽을 말한다.

그림 Ⅳ-10 식물체의 유기적 구성_ 식물체는 세포, 조직, 조직계, 기관, 개체의 순서로 구성되며, 이를 식물의 유기적 구성이라고 한다.

엽육 세포(×400)

울타리 조직

해면 조직

(×150)

물관 세포(×400)

물관 조직(×150)

표피 세포(×400)

표피 조직(×100)

(×100)

관다발 조직계

기본 조직계

표피 조직계

세포 → 조직 → 조직계

벽과 창문이 모여서 방이 만들어지는 것처럼 여러 조직이 모여서 조직계를 구성한다. 조직계는 동물에서는 볼 수 없고 식물에서만 볼 수 있는 구성 단계이다. 식물의 조직계는 **표피 조직계**, **관다발 조직계**, **기본 조직계**의 세 종류로 구분된다. 표피 조직들이 모여 표피 조직계를 구성하고, 물관과 체관, 형성층 등이 모여 관다발 조직계를 구성한다. 표피 조직계와 관다발 조직계에 포함되지 않는 조직은 모두 기본 조직계에 해당한다.

거실과 방 등이 모여 하나의 층을 이루듯 식물의 조직계들이 모이면 기관을 형성한다. 봄에 화사한 꽃을 피우는 벚나무는 뿌리, 줄기, 잎, 꽃으로 이루어져 있는데, 이들이 기관에 해당한다. 집이 지하, 1층, 2층 등으로 이루어지듯 뿌리, 줄기, 잎이 모여 식물체를 구성한다.

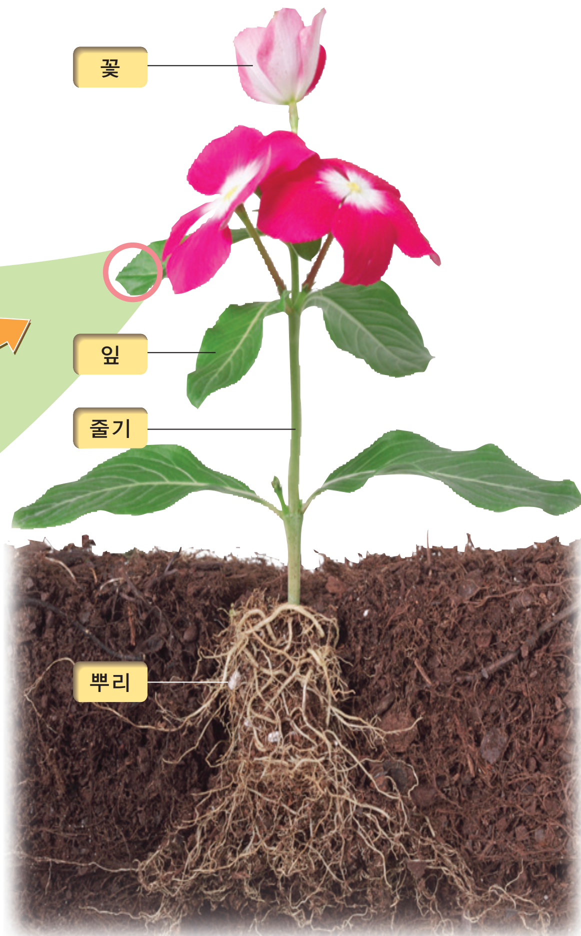


식물의 기관
뿌리, 줄기, 잎을 식물의 영양 기관이라 하고, 꽃을 식물의 생식 기관이라고 한다.

이처럼 식물들은 세포들이 모여 조직을 구성하고, 조직들이 모여 조직계를 구성하며, 조직계가 모여 기관을 구성한다. 세포, 조직, 조직계, 기관, 개체의 순서로 구성된 식물체의 구성 체계를 **유기적 구성**이라고 한다.



잎의 엽육은 어떤 조직계에 포함되는가?



기관 → 개체

자기 주도 학습

개념 확인하기

식물체에서 엽록체가 있는 부분은 맨눈으로 확인하기 쉽다. 그 이유는 무엇인가?



과학과 생활 연관 짓기

청바지는 질긴 실로 짠 천으로 만든다. 이 실은 식물 세포의 어느 부분과 관련 있는지 알아보자.



1-2 잎, 줄기, 뿌리



학습 목표

- 식물의 잎, 줄기, 뿌리의 구조와 기능을 광합성과 관련지어 설명할 수 있다.

석탄이나 석유와 같은 화석 연료를 연소시켜 에너지를 얻는 것보다 햇빛을 이용하면 오염 물질이 거의 발생하지 않는다. 사람들은 이러한 햇빛을 최근에야 이용하기 시작하였다. 그렇다면 사람보다 햇빛을 먼저 이용한 생물은 무엇일까?

우리는 주변에서 햇빛을 전기 에너지로 바꾼 다음, 가로등을 밝히거나 휴대 전화를 충전하는 데 이용하는 태양 전지를 볼 수 있다. 그러나 식물은 지구 상에 사람이 출현하기 전부터 태양 에너지를 광합성에 이용하였다. 인간이 태양 에너지를 이용하는 것은 식물의 광합성으로부터 배웠다고 볼 수 있다.



그림 Ⅳ-11 태양 전지



그림 Ⅳ-12 햇빛을 이용한 가로등



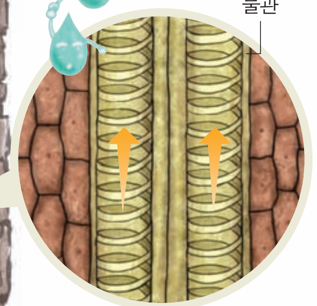
그림 Ⅳ-13 햇빛을 이용한 휴대 전화 충전기

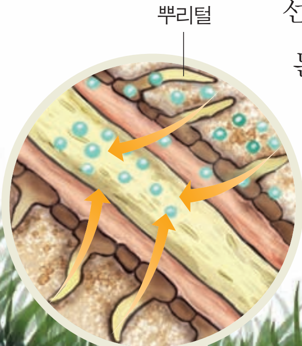
식물은 태양 에너지를 이용하여 물과 이산화 탄소를 원료로 포도당과 산소를 만드는 광합성을 한다. 잎과 줄기, 뿌리는 각각 광합성에 어떤 역할을 하는 것일까?

잎에서는 햇빛과 이산화 탄소를 흡수한다. 햇빛은 잎 세포 속의 엽록체에 흡수되며, 이산화 탄소는 잎의 기공을 통해 흡수된다. 그러므로 잎이 더 강하고 많은 빛을 흡수하려면 줄기가 더 높게 자라야 한다. 광합성의 원료로 쓰이는 물은 뿌리에서 흡수되어 줄기를 통해 잎으로 이동한다. 광합성으로 만들어진 양분은 잎에서 줄기를 통해 뿌리까지 이동하여 저장된다. 이처럼 잎에서는 줄기와 뿌리의 도움을 받아 광합성을 활발하게 한다.



그림 Ⅳ-14 식물체에서 물의 이동_ 뿌리에서 흡수된 물은 줄기의 물관을 거쳐 잎으로 이동하여 광합성의 원료로 쓰인다.







잎 – 녹색 공장

창가에 둔 식물은 햇빛이 비치는 쪽으로 굽어 자란다. 이때 식물을 어두운 쪽으로 돌려놓아도 잎과 줄기는 다시 햇빛 쪽을 향한다. 이처럼 식물이 햇빛을 향해 굽어 자라는 이유는 무엇일까?

그림 Ⅳ-15 햇빛을 향해 굽어 자라는 식물

햇빛을 흡수하는 태양 전지는 태양의 이동 방향으로 방향을 바꾸어 주면 더 많은 햇빛을 받아들일 수 있다. 식물은 햇빛을 많이 흡수하기 위해 스스로 햇빛을 향해 방향을 바꾼다.

그런데 태양 전지는 검은색이고 식물의 잎은 녹색이다. 태양 전지와 식물 잎의 색깔이 각각 다른 이유는 무엇일까?

사람의 눈으로 볼 수 있는 빛을 가시광선이라고 하는데, 가시광선은 여러 색깔의 빛이 합성되어 있다. 태양 전지는 가시광선의 모든 빛을 흡수하기 때문에 검은색이지만, 식물의 잎은 가시광선 중 녹색광은 흡수하지 않고 반사하기 때문에 사람의 눈에는 잎이 녹색으로 보인다.

광합성이 일어나는 잎의 속 구조를 관찰해 보자.



탐구 활동 잎의 구조 관찰

목·표

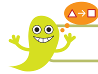
- 잎 단면을 관찰하여 잎의 속 구조를 설명할 수 있다.
- 공변세포를 관찰하고 그 특징을 설명할 수 있다.

준·비·물

식물의 잎, 물, 잎 단면의 영구 표본, 현미경, 받침 유리, 덮개 유리, 안전면도날, 핀셋, 거름종이, 스포이트, 비커, 실험용 장갑

유·의·점

1. 안전면도날을 사용할 때에는 손을 다치지 않도록 조심한다.
2. 식물의 잎은 자주달개비 잎이나 주변에서 쉽게 구할 수 있는 잎을 사용한다.



과정 A: 잎의 단면 관찰

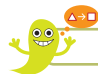
❶ 잎 단면의 영구 표본을 준비한다.
❷ 현미경을 이용하여 저배율로 전체 윤곽을 관찰하고 배율을 높여 가며 한 부분씩 관찰한 다음, 전체 구조를 스케치한다.







잎 단면의 영구 표본



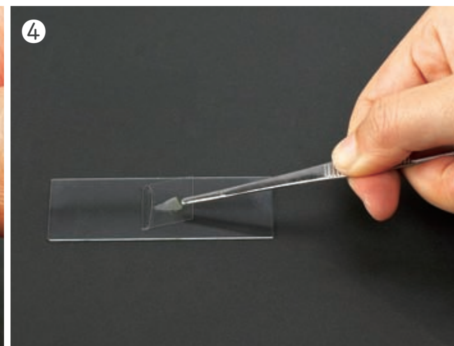
과정 B: 잎의 표피 관찰

❶ 식물의 잎 앞면의 표피를 얇게 벗긴 다음, 안전면도날로 표피를 5 mm 정도의 크기로 자른다.
❷ 잘라 낸 표피를 받침 유리에 올려놓고 물을 한 방울 떨어뜨린 다음, 핀셋을 이용하여 덮개 유리를 덮고 여분의 물을 거름종이로 흡수한다.
❸ 잎 뒷면의 표피도 과정 ❶과 같은 방법으로 얇게 벗겨서 자른다.
❹ 과정 ❷와 같은 방법으로 잎 뒷면의 표피로 현미경 표본을 만든다.
❺ 잎 앞면과 뒷면의 현미경 표본을 저배율로 전체 윤곽을 관찰하고 배율을 높여 가며 한 부분씩 관찰한 다음, 전체 구조를 스케치한다.











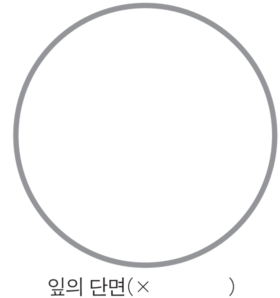
결과 A

1 잎 단면의 영구 표본을 관찰하고 그려 보자.

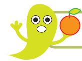
2 잎의 겉부분은 무엇으로 싸여 있는가?

3 엽록체가 들어 있는 세포는 잎의 어느 곳에 분포하는가?

4 잎맥은 잎의 어느 곳에 분포하는가?

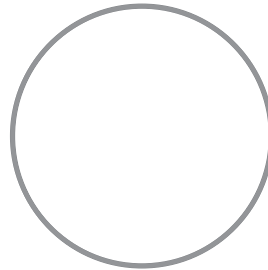


잎의 단면(×)

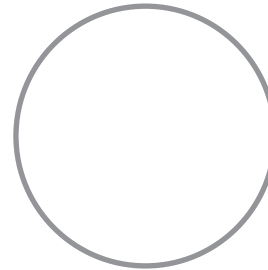


결과 B

1 현미경으로 관찰한 잎 앞면의 표피와 잎 뒷면의 표피를 각각 그려 보자.



잎의 앞면(×)



잎의 뒷면(×)

2 잎의 어느 면의 표피에서 공변세포가 더 많이 관찰되는가?

3 공변세포에서 관찰되는 녹색 알갱이는 무엇인가?

> 탐 | 구 | 도 | 우 | 미
>
> **공변세포**
> 식물의 기공을 이루는 두 개의 세포로서, 표피 세포가 변한 것이다.



해석 창의·인성

1 관찰한 잎의 구조를 보고 조직계를 구분해 보자.

2 공변세포의 기능에 대해 토의해 보자.

3 결과 B의 2에 대한 이유를 토의해 보자.



탐구의 확장 기공의 모양 관찰

기공이 열려 있을 때와 닫혀 있을 때의 기공 모양을 관찰해 보자.

준비물 사철나무가 심어진 화분, 투명 매니큐어, 현미경, 받침 유리, 셀로판테이프

과정

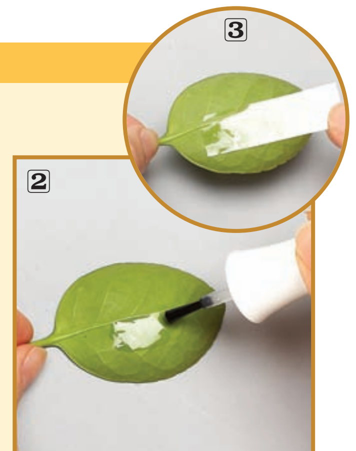
1 사철나무가 심어진 화분을 준비한 다음, 잎 몇 장을 미리 따 놓는다.

2 미리 따 놓아 시든 잎과 화분에 있는 식물의 잎 뒷면에 투명 매니큐어를 칠한다.

3 매니큐어가 마른 후 셀로판테이프를 이용하여 매니큐어를 벗겨 낸다.

4 떼어 낸 셀로판테이프를 받침 유리에 붙이고 현미경으로 관찰하면서 기공이 열려 있는 잎과 기공이 닫혀 있는 잎을 구분해 본다.

해석 닫혀 있는 기공이 많은 잎은 어느 것인가? 그 이유가 무엇인지 토의해 보자.



기공 개폐의 원리를 알아보는 간단한 실험
두 공변세포가 마주보는 안쪽 세포벽이 바깥쪽 세포벽보다 더 두껍기 때문에 공변세포 안으로 많은 물이 들어오면 바깥쪽으로 팽창하여 기공이 열리게 된다.
셀로판테이프를 붙이지 않은 긴 고무풍선 두 개와 한쪽에 셀로판테이프를 붙인 긴 고무풍선 두 개를 준비한다. 그리고 각각의 풍선에 공기를 불어 넣어 닫힌 기공과 열린 기공의 모형을 만들어 보자.



풍선으로 만든 기공의 모형

식물 잎의 단면을 현미경으로 관찰하면 잎의 앞면과 뒷면은 모두 표피로 싸여 있고, 잎의 안쪽은 울타리 조직과 해면 조직으로 된 기본 조직계와 관다발 조직계인 잎맥으로 이루어져 있는 것을 볼 수 있다.

표피는 잎의 앞면과 뒷면을 한 겹으로 싸서 내부를 보호하며, 표피 세포에는 엽록체가 없어 투명하고 빛이 잘 통과한다. 그러나 표피에 있는 공변세포는 표피 세포가 변형된 세포로 엽록체가 있으며, 두 개의 공변세포 사이로 기공이 형성된다. 식물은 기공을 통해 증산 작용을 하며, 광합성과 호흡을 위한 기체를 교환한다.

엽육을 이루는 울타리 조직과 해면 조직의 세포에는 엽록체가 있어서 광합성이 활발하게 일어난다. 음지는 빛이 약하기 때문에 음지에서 자라는 식물의 잎은 엽록체를 갖는 세포층이 많이 형성되지 못하여 잎이 얇은 편이다. 반면, 양지에서는 빛이 강하기 때문에 양지에서 자라는 식물의 잎은 엽록체를 갖는 세포층이 여러 층 형성되어 잎이 두꺼운 편이다.

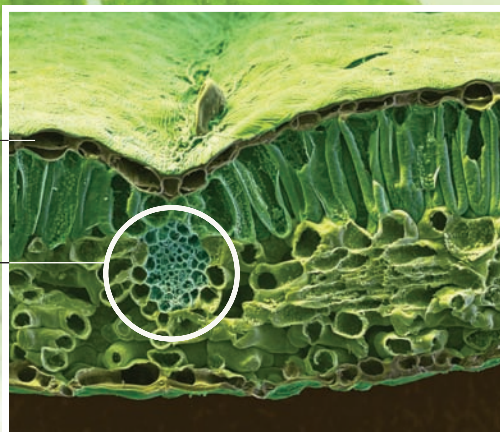
표피 조직
잎의 앞면과 뒷면을 싸고 있는 한 겹의 세포층으로서, 잎의 내부를 보호한다. 표피 세포에는 엽록체가 없어 빛이 잘 통과한다.

물관

잎맥
잎에 분포하는 관다발로서, 물관과 체관으로 구성되어 있으며, 물과 양분이 이동하는 통로가 된다.

체관

공변세포
표피 세포가 변형된 세포로서, 기공을 형성한다.



전자 현미경으로 본 잎의 단면(×1,000)

그림 Ⅳ-16 잎의 단면 구조

기공은 식물의 잎에서 창문과 같은 역할을 한다. 식물은 광합성이 활발하게 일어날 때 기공을 통해 광합성에 필요한 이산화 탄소를 흡수하고 산소를 방출한다. 기공은 잎의 표피 조직에 있는 공변세포에 의해 열리고 닫힌다.

한편, 식물의 잎에서는 식물체 내의 수분량을 조절하거나 온도를 조절하기 위해 기공을 통해 물을 수증기 형태로 내보내는데, 이를 **증산 작용**이라고 한다. 증산 작용이 일어나면 뿌리로 흡수된 물이 줄기의 관다발을 통해 잎으로 이동한다. 이처럼 증산 작용은 뿌리에서 잎까지 물을 상승시키는 원동력이 된다. 증산 작용은 햇빛이 강하거나 건조하고 바람이 적당하게 부는 날에 더 활발하게 일어난다.

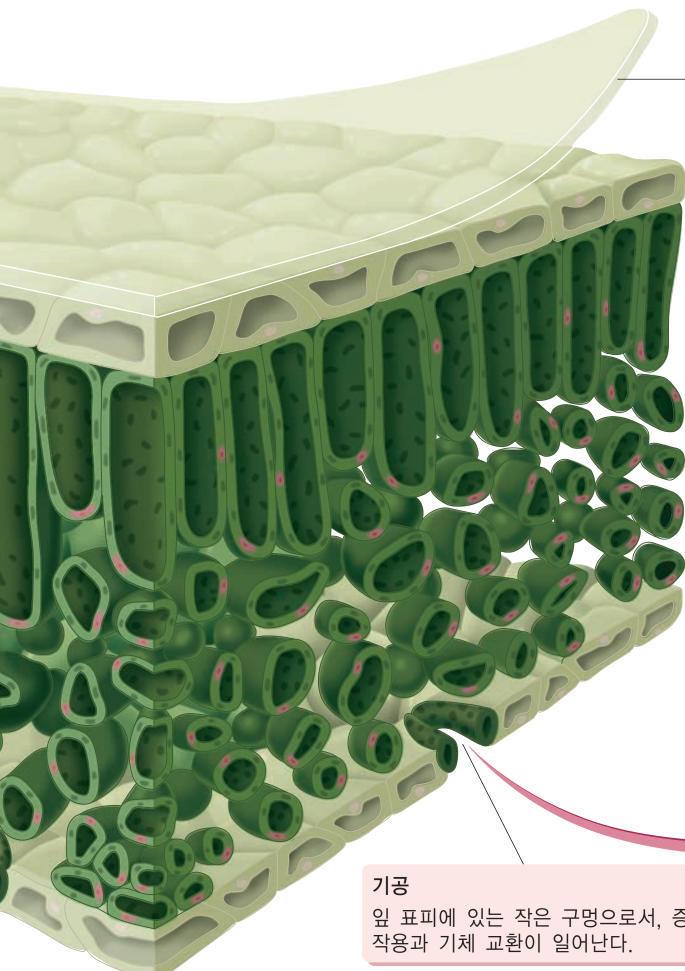


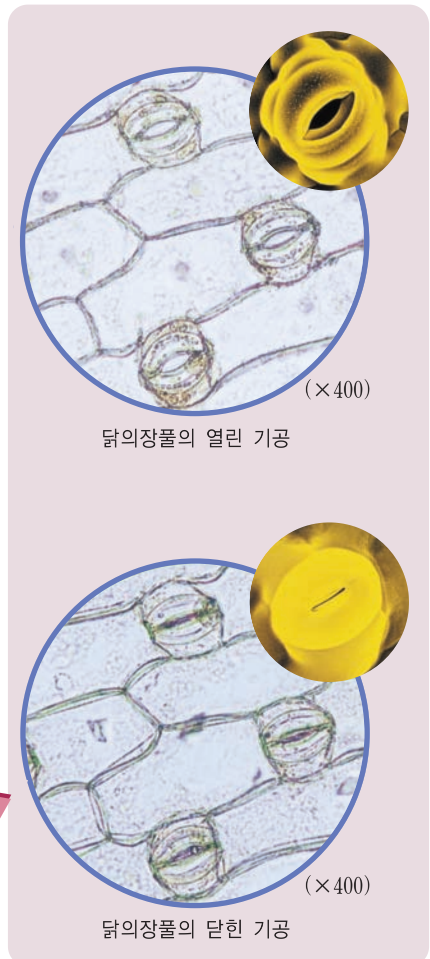


증산 작용 확인

잎이 있는 가지와 잎이 없는 가지에 비닐을 씌워 비교했을 때 잎이 있는 가지의 비닐이 더 뿌옇게 흐려진다.

잠깐 체크 표피 조직 중 광합성이 일어나는 곳은 어디인가?





닭의장풀의 열린 기공

닭의장풀의 닫힌 기공

> **스스로 해결하기**
> 울타리 조직에서 만들어진 광합성 양분은 잎맥의 (   ) 을/를 통해 이동한다.

잎맥은 잎에 필요한 물질을 수송하는 통로이다. 잎맥에는 물관과 체관이 포함되어 있는데, 물과 무기 염류는 물관을 통해 이동하고, 광합성 양분은 체관을 통해 이동한다. 쌍떡잎식물의 경우 잎맥의 윗부분에는 물관이 있고, 잎맥의 아랫부분에는 체관이 있다. 또한 식물의 종류에 따라 잎맥의 모양도 다른데, 쌍떡잎식물의 잎맥은 그물맥이고 외떡잎식물의 잎맥은 나란히맥이다.


그림 Ⅳ-17 쌍떡잎식물인 콩의 잎(그물맥)


그림 Ⅳ-18 외떡잎식물인 옥수수의 잎(나란히맥)

각 식물의 잎은 자라는 환경에 잘 적응할 수 있도록 여러 가지 모양으로 변형되어 있다. 그림 Ⅳ-19와 같이 선인장은 수분의 증발을 막기 위해 잎이 가시로 변했고, 다육 식물인 채송화의 잎은 수분을 저장할 수 있도록 두껍다. 완두는 잎의 일부가 덩굴손으로 되어 있어 다른 물체를 감아서 몸을 지탱할 수 있다. 파리지옥이나 끈끈이주걱은 광합성도 하지만 부족한 양분을 보충하기 위해 곤충을 잡을 수 있는 벌레잡이잎을 가지고 있다.

잠깐 체크 수련이나 개구리밥은 잎의 앞면에만 기공이 분포한다. 그 이유는 무엇일까?

그림 Ⅳ-19 여러 가지 모양으로 변형된 잎


가시로 변한 선인장의 잎


수분을 저장하는 채송화의 다육잎


다른 물체를 감는 완두의 덩굴손


곤충을 잡는 끈끈이주걱의 벌레잡이잎

STEAM 융합

아름다운 잎맥 만들기

쌍떡잎식물의 잎맥은 그물맥으로서, 마치 나뭇가지가 축소되어 잎에 나타난 것처럼 아름답다. 이 나뭇잎에서 엽육을 떼어 내면 잎맥만 남게 되는데, 예쁜 색소로 염색하여 코팅하면 오래 보관할 수 있다.

준비물

어린 나뭇잎(목련의 잎이나 벚나무의 잎), 물, 10 % 수산화 나트륨 수용액, 10 % 과산화 수소수, 아세트산카민 용액, 붉은색과 초록색 식용 색소, 비커, 알코올램프 또는 핫플레이트, 삼발이, 쇠그물, 핀셋, 솔, 스포이트, 페트리 접시, 해부 접시, 신문지, 실험용 장갑, 마스크

방법

❶ 10 % 수산화 나트륨 수용액 150 mL가 든 비커에 나뭇잎을 넣고 끓인다.

❷ 비커 용액의 색이 갈색으로 변하기 시작하면 핀셋으로 잎을 꺼내어 물이 들어 있는 비커에 한 번 씻은 다음, 해부 접시에 올려놓고 솔로 잎을 두드려 엽육을 제거한다.

❸ 스포이트로 물을 뿌려 엽육을 깨끗이 제거한 다음, 신문지에 올려놓고 물기를 제거한다.

❹ 색소 또는 염색액이 들어 있는 페트리 접시에 잎맥을 담가 염색한다 (10분 정도 담그면 잘 염색된다).

- 흰색으로 염색할 때: 10 % 과산화 수소수
- 붉은색으로 염색할 때: 아세트산카민 용액 또는 붉은색 식용 색소를 탄 물
- 초록색으로 염색할 때: 초록색 식용 색소를 탄 물

❺ 신문지 사이에 잎맥을 넣고 눌러 물기를 제거한다.

❻ 잘 마른 잎맥을 필름에 넣고 코팅하여 보관한다.


» 염색된 잎맥


1 10 % 수산화 나트륨 수용액에 나뭇잎을 넣고 끓인다.


2 솔로 두드려 엽육을 제거한다.


4 초록색 식용 색소로 염색한다.



줄기

여름철에는 나무줄기에 앉아 요란하게 우는 매미를 흔히 볼 수 있다. 매미들은 수년 동안 땅속에서 애벌레로 지내다가 땅 위로 올라와 짝짓기를 한 다음 일생을 마친다. 매미는 땅 위에 사는 동안 길고 뾰족하게 생긴 입을 나무줄기의 체관에 박고, 이곳을 흐르는 액체를 빨아먹고 산다.

체관은 나무줄기의 어느 부분에 있을까? 셀러리와 백합의 줄기를 비교해 보면서 줄기의 구조에 대해 알아보자.



탐구 활동 식물의 관다발 관찰

관찰(동영상)

목·표

셀러리와 백합의 줄기를 관찰하여 관다발의 구조와 물이 이동하는 통로를 설명할 수 있다.

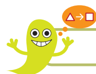
준·비·물

셀러리, 백합, 붉은색 식용 색소, 실체 현미경, 받침 유리, 덮개 유리, 페트리 접시, 안전면도날, 삼각 플라스크, 붓, 거름종이, 물, 실험용 장갑



유·의·점

안전면도날에 손을 다치지 않도록 주의한다.



과정



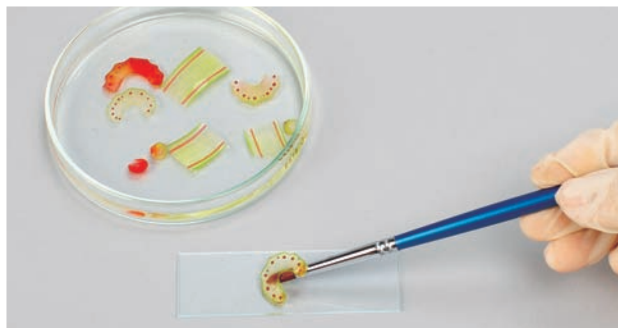


❶ 붉은색 식용 색소를 탄 물이 들어 있는 삼각 플라스크에 셀러리와 백합의 줄기를 꽂아 2시간 이상 놓아둔다.





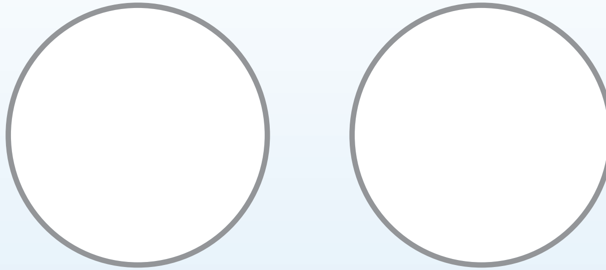
❷ 안전면도날로 셀러리와 백합 줄기를 각각 가로와 세로로 얇게 잘라 물이 담긴 페트리 접시에 넣는다.



❸ 얇게 잘린 조각을 붓으로 골라 현미경 표본을 만들고, 실체 현미경으로 관찰한다.

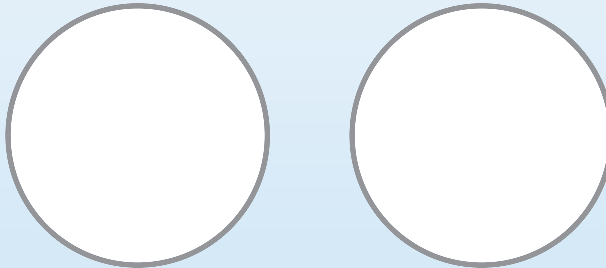
결과

1 셀러리 줄기의 가로와 세로로 자른 단면을 실체 현미경으로 관찰하여 그려 보자.



가로로 자른 단면(×　　　)　　　세로로 자른 단면(×　　　)

2 백합 줄기의 가로와 세로로 자른 단면을 실체 현미경으로 관찰하여 그려 보자.



가로로 자른 단면(×　　　)　　　세로로 자른 단면(×　　　)

해석

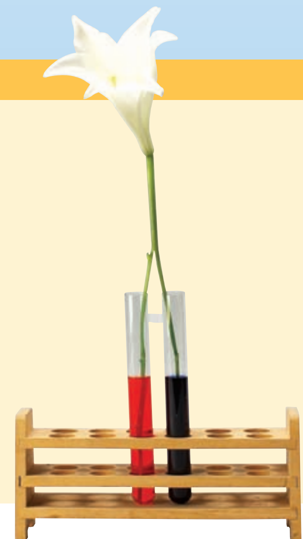
1 셀러리와 백합의 줄기에서 붉게 물든 곳은 어느 부분인가?

2 뿌리에서 흡수한 물은 줄기의 어느 부분을 통해 이동한다고 할 수 있는가?

3 셀러리와 백합의 줄기를 비교해 볼 때, 물이 지나간 통로는 어떻게 다른가?



탐구의 확장　색소로 백합 물들이기



준비물 흰 백합, 물, 붉은색 식용 색소, 푸른색 식용 색소, 시험관, 시험관대, 안전면도날

과정 안전면도날을 이용하여 흰 백합 줄기의 아랫부분을 반으로 나누어 각각 붉은색 식용 색소와 푸른색 식용 색소를 탄 물이 담긴 시험관에 넣어 두자.

결과 꽃잎의 색깔은 어떻게 변하는가?

해석 꽃잎의 색깔이 변하는 이유를 탐구 활동과 연관 지어 설명해 보자.



ⓐ 그림 Ⅳ-20 줄기에 붙어 있는 진딧물_ 줄기의 체관에 입을 꽂아 넣고 당분을 빨아먹는다.

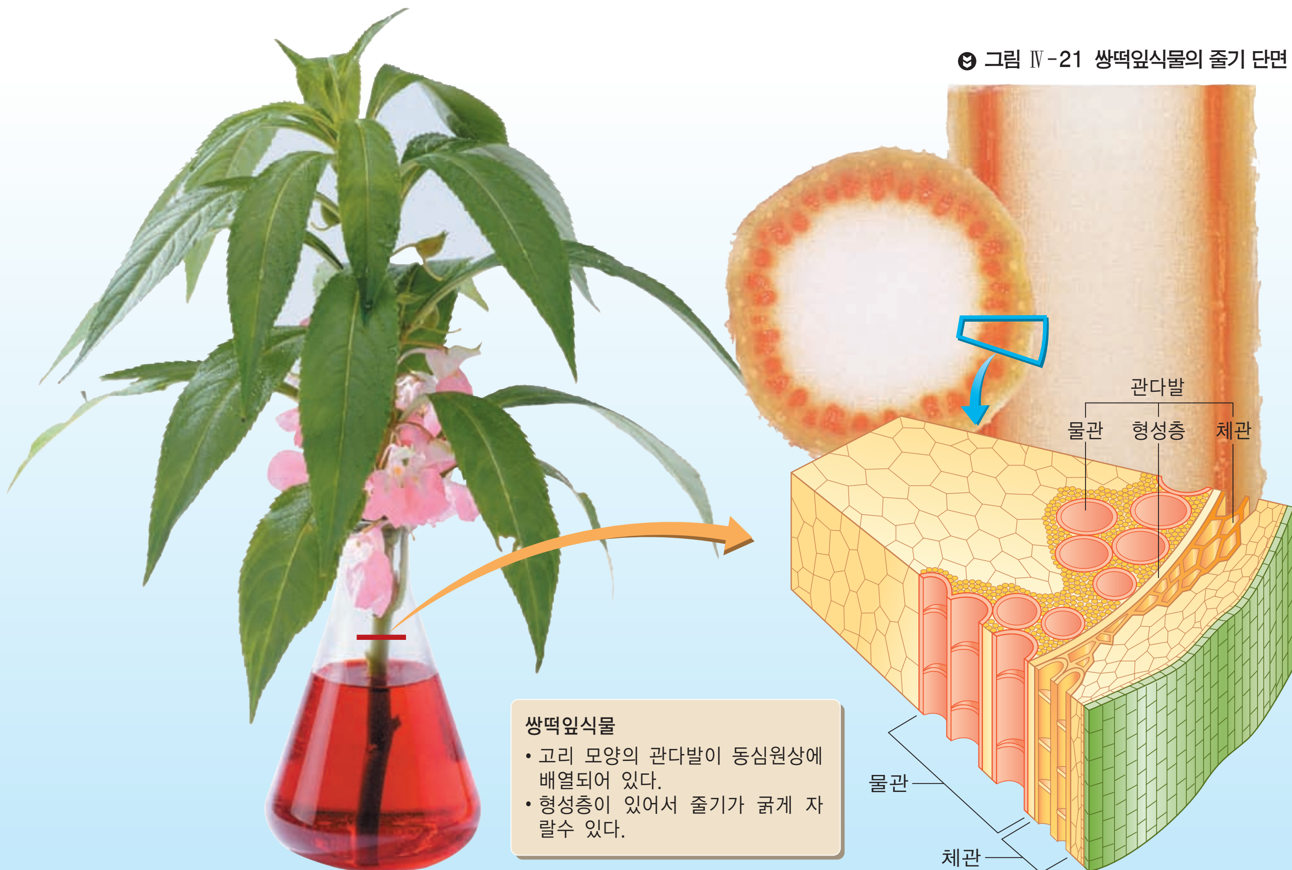
붉은색 식용 색소를 탄 물에 꽂아 놓은 셀러리와 백합의 줄기 단면에서 식용 색소에 의해 붉게 물든 부분을 볼 수 있는데, 이 부분이 **물관**이며 죽은 세포로 되어 있다. 뿌리가 흡수한 물과 무기 염류는 물관을 통해 잎까지 이동한다. 이처럼 물과 무기 염류가 이동할 수 있는 이유는 뿌리의 물관에 줄기의 물관이 연결되어 있고, 줄기의 물관에 잎맥이 연결되어 있기 때문이다. 줄기에서 물관은 체관보다 안쪽에 분포하며, 긴 대롱 모양으로 되어 있다.

물관의 바깥쪽에는 잎에서 만들어진 양분이 줄기나 뿌리 또는 열매로 이동하는 통로인 **체관**이 있다. 체관을 이루는 세포는 살아 있으며, 위아래에 작은 구멍이 많이 뚫려 있어 체와 비슷한 모양으로 연결되어 있다.

줄기에는 물관과 체관이 많이 모여 관다발을 이루고 있으며, 관다발의 형태는 식물의 종류에 따라 다르다. 셀러리나 봉선화와 같은 쌍떡잎식물의 줄기에는 관다발이 동심원상에 고리 모양으로 배열되어 있지만, 백합이나 옥수수와 같은 외떡잎식물의 줄기에는 관다발이 줄기 전체에 흩어져 분포되어 있다.

쌍떡잎식물의 관다발에는 물관과 체관 사이에 세포 분열이 일어나는 형성층이 있어서 줄기의 부피 생장이 일어날 수 있다. 반면, 외떡잎식물에는 세포 분열이 일어나는 형성층이 없기 때문에 쌍떡잎식물처럼 줄기가 굵게 자랄 수 없다.

ⓑ 그림 Ⅳ-21 쌍떡잎식물의 줄기 단면



나무줄기의 겉부분은 죽은 세포인 코르크층으로 되어 있으며, 줄기가 생장할 때 줄기에서 떨어져 나간다. 그런데 줄기의 껍질을 둥글게 벗겨 낸 후 내버려 두면 잘라 낸 줄기 윗부분이 불룩해진다. 이러한 현상이 나타나는 까닭은 무엇일까?

줄기가 이렇게 변하는 것은 줄기를 벗겨 낼 때 체관도 함께 절단되었기 때문이다. 그 결과 광합성 양분이 아래쪽으로 이동하지 못하고 절단된 부분에 쌓이게 된다. 이를 통해 체관이 줄기 바깥쪽에 분포한다는 것을 알 수 있다.

농부들은 이러한 현상을 응용하여 과일나무의 껍질을 둥글게 벗겨 냄으로써 위쪽 줄기의 과일을 빨리 성숙시키는 데 이용하고 있다.

환상 박피

나무줄기의 껍질을 둥글게 벗겨 내는 것을 환상 박피라고 한다. 환상 박피 후 벗겨 낸 부분을 비닐로 싸 두면 시간이 지나면서 체관이 다시 만들어진다.

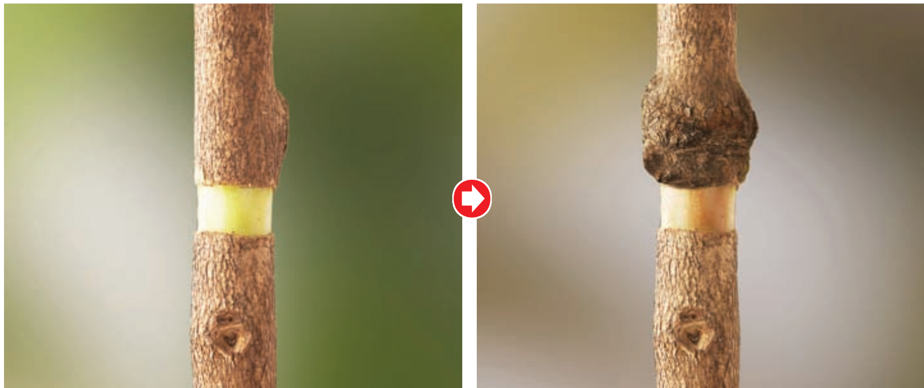
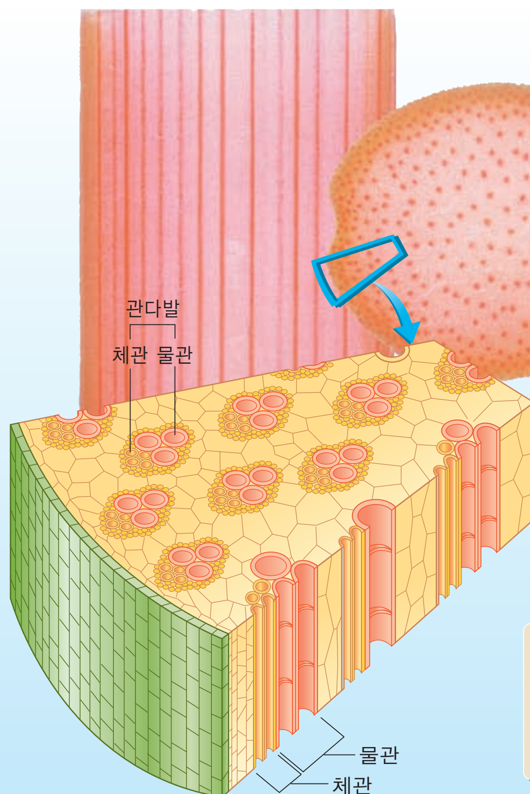


그림 Ⅳ-22 나무줄기의 껍질을 벗겨 낸 후의 모습과 일정 시간이 지난 후 변형된 줄기의 모습

그림 Ⅳ-23 외떡잎식물의 줄기 단면



외떡잎식물
- 관다발이 줄기 전체에 흩어져서 분포한다.
- 형성층이 없어서 줄기가 굵게 자라지 않는다.



식물의 줄기는 대부분 위로 곧게 자라지만, 식물의 종류에 따라 여러 가지로 변형되어 특별한 기능을 가진 것도 있다. 그림 Ⅳ-24와 같이 사막에서 자라는 선인장의 줄기는 건기에 주름이 잡혀 있다가 비가 오는 짧은 시간 동안 물을 흡수하여 줄기에 저장한다. 이때 많은 물이 저장된 줄기는 팽팽하게 펴진다. 감자나 사탕수수, 연근 등은 양분을 저장하는 줄기를 가진다.

한편, 나팔꽃은 다른 물체를 감아 자라고, 담쟁이덩굴은 다른 곳에 붙어서 위로 자라는 줄기를 가지고 있다. 그 밖에 딸기와 같이 땅 위를 기는 줄기를 가진 것도 있다. 이처럼 다양한 줄기는 각 식물이 주변 환경에 잘 적응하기 위해 변형된 것이다.


나무의 나이테가 만들어지는 것은 줄기의 어느 부분과 관련 있는가?

그림 Ⅳ-24 여러 가지 줄기의 변형과 기능


물을 저장하는 줄기(선인장)


물을 저장하여 팽팽하게 변한 줄기


양분을 저장하는 줄기(감자)


다른 물체를 감는 줄기(나팔꽃)


다른 물체를 기어오르는 줄기(담쟁이덩굴)


땅 위를 기는 줄기(딸기)

STEAM 융합

숭례문 기둥으로 왜 소나무를 선호할까?


서울 숭례문

2007년 2월 화재로 국보 제1호인 서울 숭례문이 불에 타 버렸다. 숭례문을 복원하기 위해서는 기둥의 재료로 소나무가 많이 필요하다. 숭례문 외에도 전통 건축물에는 소나무가 많이 쓰이고 있다. 이처럼 소나무가 건축 재료로 인기 있는 이유는 무엇일까?

삼국 시대나 고려 시대에는 느티나무가 소나무보다 더 좋은 평가를 받아 궁궐이나 중요한 목조 건물을 지을 때 많이 쓰였다. 내구성도 느티나무가 더 좋다는 게 전문가들의 평가이다. 실제로 경상북도 경산시 원삼국 고분이나 부산시 초기 가야 고분, 신라 천마총, 고려 부석사 무량수전의 기둥 16개는 모두 느티나무이다.

전문가에 따르면, 건물의 기둥으로 소나무를 사용할 때에는 100년을 버티지만, 느티나무는 300년을 버틸 수 있다고 한다. 또한 느티나무 목재는 나뭇결이 곱고 황갈색 빛깔에 윤이 나며, 벌레 먹는 일이 적고, 다듬기가 좋아 고급 목재로 쓰인다.

그런데 조선 시대에 와서 느티나무가 소나무에 밀려난 까닭은 무엇일까? 그것은 고려 말 몽골의 침입이나 무신의 난과 같은 사회적 혼란을 겪으면서 축대 벽을 쌓거나 건물을 지을 때 느티나무를 마구 베어낸 탓이다.

궁궐이나 사찰 같은 목조 건물을 지으려면 10 m 이상 곧게 자란 나무가 필요하다. 기둥으로 쓸 나무가 필요했던 조선 시대에는 느티나무 대신 숲에 늘어난 소나무에 주목하게 된 것이다. 특히 경상북도 봉화나 울진, 강원도 지역의 금강 소나무나 안면도 소나무는 곧게 자라므로 조건에 맞았다.

소나무는 나무 안쪽의 심재가 송진 같은 여러 가지 화학 물질을 담고 있어서 미생물이나 흰개미의 공격에 강하다. 또한 금강 소나무는 다른 소나무보다 생장이 더뎌 나이테가 촘촘하기 때문에 더 단단한 특성이 있다.


물음 건물에 이용할 목재는 미생물이나 흰개미의 공격을 받아 상하지 않도록 방부 처리를 한 후에 사용한다. 그러나 소나무는 방부 처리를 하지 않고 사용할 수 있다. 그 이유를 쓰시오.

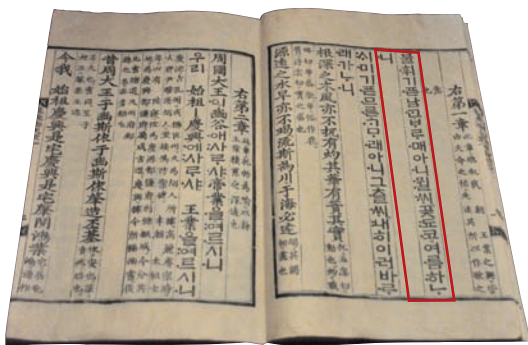


그림 Ⅳ-25 용비어천가

뿌리

조선 세종 때 조선을 건국한 시조들의 공덕을 찬양한 서사시인 용비어천가 2장은 다음과 같이 시작한다.

"뿌리가 깊은 나무는 바람에 흔들리지 아니하므로 꽃이 찬란하게 피고 열매가 많습니다."

그 시대에도 뿌리가 나무를 튼튼하게 유지한다는 사실을 알고 있었던 것이다. 식물의 뿌리가 깊으면 어떤 점에서 유리할까?

식물의 뿌리는 줄기와 잎을 지탱해 주고 물과 무기 염류를 흡수하는 통로가 된다. 나무가 생장할수록 뿌리도 함께 생장하는데, 만약 뿌리가 땅속 깊이 자라지 못하면 바람이 강하게 불 때 뿌리째 뽑히는 일이 발생한다. 발달한 식물의 뿌리는 흐르는 빗물로부터 토양이 쓸려 내려가지 않도록 보호해 준다. 또한 숲이 우거진 곳에서는 빗물이 천천히 흐른다.

스스로 해결하기

우리 주변에서 볼 수 있는 풀과 나무는 (　　　)을/를 통해 물과 무기 염류를 흡수한다.

광복 이후 우리나라에서는 연료로 쓰기 위해 나무를 마구 베어 버린 결과 많은 산들이 민둥산이 되어 약한 비에도 홍수와 산사태가 자주 일어났다. 그러나 이후 꾸준히 나무를 심고 가꾸어 숲이 우거지면서 홍수나 산사태가 줄어들었다. 이것은 뿌리의 중요성을 단적으로 보여 주는 좋은 예라고 할 수 있다.

식물은 뿌리에서 물과 무기 염류를 흡수한다. 그렇다면 뿌리에서 흡수된 물과 무기 염류는 어떻게 잎까지 이동할 수 있을까?



그림 Ⅳ-26 강한 바람에 쓰러진 나무



그림 Ⅳ-27 민둥산(위)에 나무를 심어 달라진 모습(아래)

식물의 뿌리에서 흡수한 물은 줄기를 거쳐 잎까지 이동하여 광합성의 원료로 사용된다. 이를 위해 뿌리의 물관과 줄기의 물관, 잎의 물관은 서로 연결되어 있다. 뿌리를 확대해 보면 하얀 솜털 모양의 가느다란 뿌리털이 아주 많이 나 있는 것을 볼 수 있다. 뿌리털은 식물의 표피 세포 하나가 길게 자란 세포로서, 물을 흡수할 수 있다. 또한 물이 흡수될 때 물에 녹아 있는 무기 염류도 함께 흡수된다. 뿌리털이 많을수록 뿌리와 토양이 접촉하는 면적이 넓어져 물과 무기 염류를 효과적으로 흡수할 수 있다.

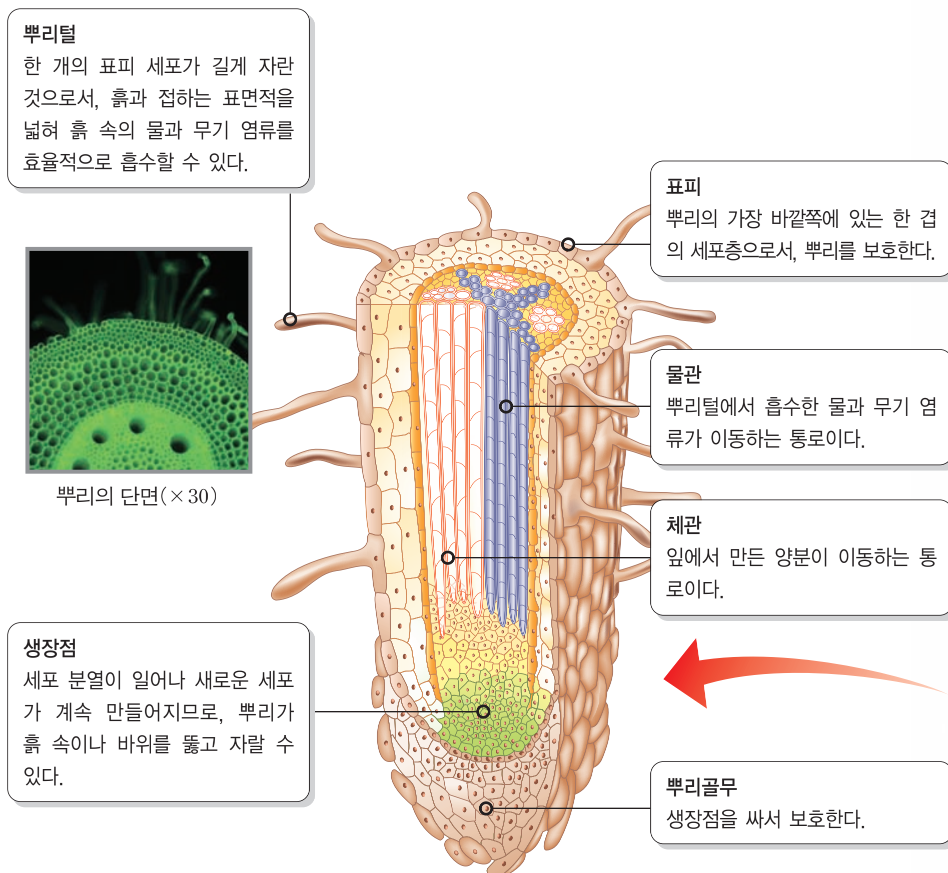
나무를 옮겨 심을 때에는 뿌리에 흙이 붙어 있는 상태로 옮겨 심는데, 그 이유는 흙이 뿌리에서 떨어지면서 뿌리털도 함께 떨어져 나가면 옮겨 심은 후 물을 충분히 흡수하지 못하기 때문이다.

뿌리의 끝부분에는 어린 세포들이 모여 있는 생장점이 있고, 생장점의 바깥쪽에는 뿌리골무가 있어 생장점을 보호하고 있다. 생장점에서는 세포 분열이 일어나 뿌리의 길이 생장이 일어난다.



그림 Ⅳ-28 옮겨 심기 위한 나무_ 나무를 옮겨 심을 때에는 뿌리털의 손상을 방지하기 위해 흙을 털어 내지 않는다.

잠깐 체크 뿌리에서 세포 분열이 활발하게 일어나 새로운 세포를 만드는 곳은 어디인가?



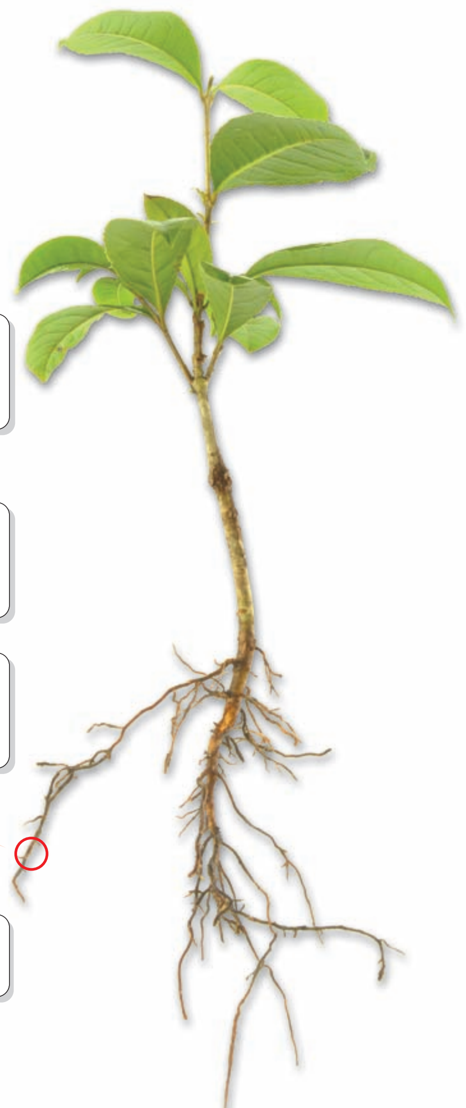
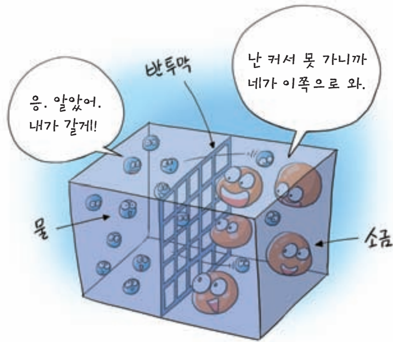


그림 Ⅳ-29 뿌리의 구조

삼투
뿌리의 세포막은 셀로판 막과 같이 물은 통과시키지만 설탕이나 소금과 같은 용질은 통과시키기 어렵다. 이러한 막을 반투막이라고 하는데, 용질의 농도가 높은 쪽으로 물이 이동하는 현상을 삼투라고 한다.



토양 속이나 물속에서 뿌리의 안쪽으로 물이 어떻게 이동할 수 있을까?

김장할 때 배추를 소금물에 담그면 싱싱하던 배추가 축 늘어지면서 부피도 줄어든다. 그 이유는 배추 안에 있던 물이 소금물 쪽으로 이동하였기 때문이다. 이때 배추의 세포막을 통해 소금은 이동하기 어렵다. 즉, 세포막의 양쪽에 용질의 농도가 높은 수용액과 용질의 농도가 낮은 수용액이 각각 있을 때, 세포막을 통해 용질의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 이동하게 된다.

흙 속의 물이 뿌리 안쪽으로 흡수되는 원리도 이와 같다. 흙 속보다 뿌리 안쪽의 용질 농도가 더 높아서 물이 흙 속에서 뿌리 안쪽으로 이동하게 되는 것이다. 식물의 뿌리에서 물관 쪽으로 갈수록 용질의 농도가 높아지기 때문에 뿌리털이나 뿌리 표면으로 흡수된 물과 무기 염류는 뿌리의 안쪽으로 이동하여 물관에 도달한다.

이처럼 뿌리로 흡수된 물과 무기 염류는 줄기 끝까지 상승하여 잎눈에서 어린잎을 자라게 하거나 광합성에 이용된다.

만약 식물의 뿌리 근처에 많은 양의 비료를 주면 식물은 잘 자라는 것이 아니라 오히려 말라 죽을 수 있다. 그 이유는 비료가 녹으면서 토양의 삼투압이 뿌리 세포보다 커짐으로써 물이 뿌리에서 토양으로 빠져나가기 때문이다.

잠깐 체크 식물에 비료를 줄 때 비료를 묽게 하여 뿌리에서 어느 정도 떨어진 곳에 주는 이유를 설명해 보자.



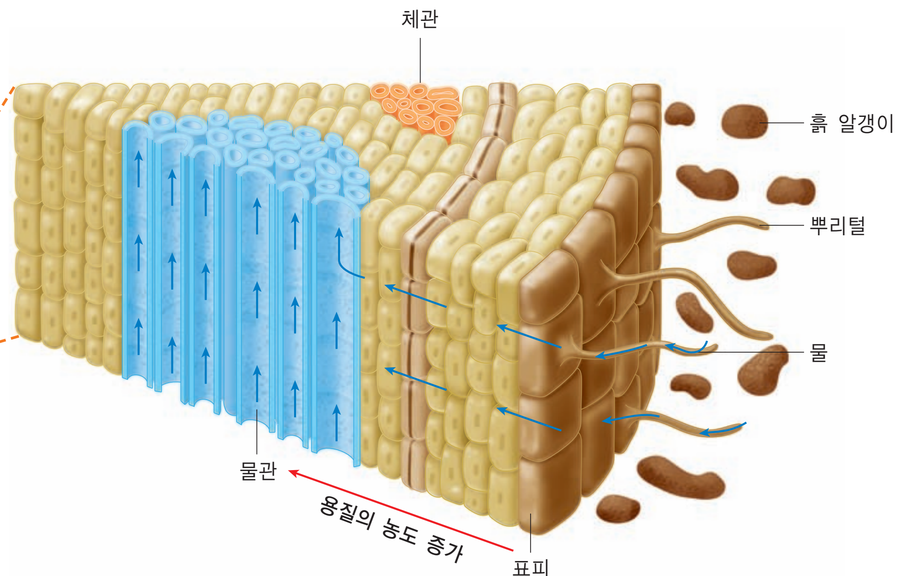


그림 Ⅳ-30 뿌리에서 물이 흡수되어 이동하는 경로_ 물은 표피에서 물관 쪽으로 이동하며, 물관 쪽으로 갈수록 용질의 농도가 점점 높아진다.

주변에서 흔히 볼 수 있는 식물의 뿌리는 모양에 따라 두 가지로 구분할 수 있다. 민들레나 시금치의 뿌리와 같이 아래로 곧게 뻗어 내려간 원뿌리와 원뿌리에서 옆으로 갈라져 나온 많은 수의 곁뿌리가 있는 것을 **곧은뿌리**라고 한다. 곧은뿌리는 아래로 깊게 내려 서서히 넓혀 가는 형태로 되어 있다. 반면, 벼나 파의 뿌리와 같이 모양과 굵기가 거의 비슷한 가는 뿌리가 함께 뻗어 나와 있는 것을 **수염뿌리**라고 한다. 수염뿌리는 아래로 깊게 내리기보다는 넓게 퍼지는 형태로 되어 있다.



그림 Ⅳ-31 곧은뿌리(시금치)와 수염뿌리(파)

그 밖에 고구마나 당근과 같은 식물은 뿌리가 양분을 저장하는 기능을 하여 다른 기관보다 크기가 커진 것을 볼 수 있다. 또 옥수수의 뿌리는 일부가 땅 위로 뻗어 식물체를 지탱하고, 풍란의 뿌리는 공기 중에서 수분을 흡수하며, 겨우살이의 뿌리는 다른 식물에 기생하여 물과 양분을 흡수하는 구조로 되어 있다. 이처럼 식물의 종류에 따라 뿌리의 모양도 다양하다.

그림 Ⅳ-32 여러 가지 뿌리의 변형과 기능



자기 주도 학습

개념 확인하기

뿌리에서 물을 흡수하기 시작할 때 뿌리털에서 물관까지 용액의 용질 농도는 어떻게 차이가 나는가?

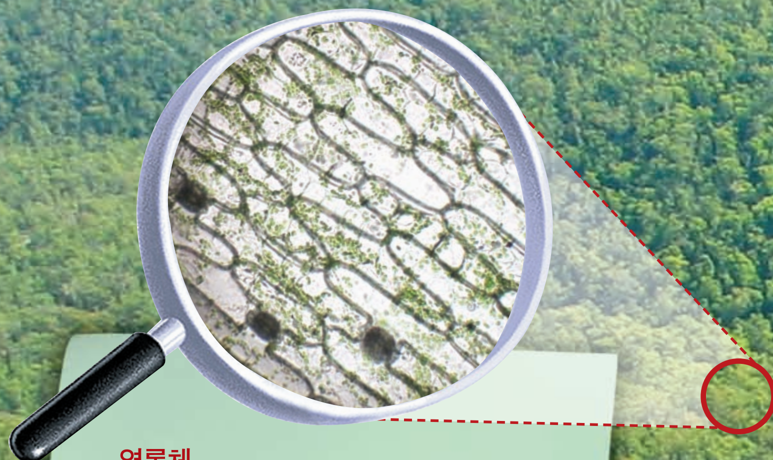
과학과 기술, 사회 연관 짓기

습한 지역에 사는 식물을 건조한 지역으로 옮겨 심었을 때 이 식물이 적응하려면 뿌리가 뻗는 정도는 어떻게 달라져야 할까?

2

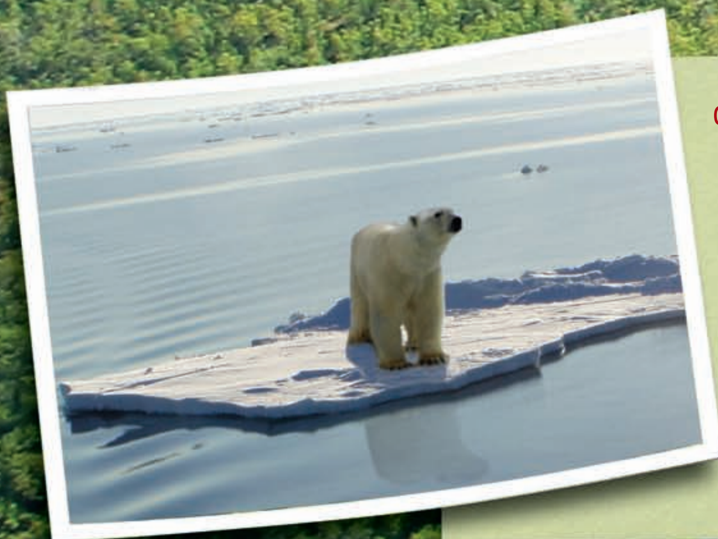
» 중단원 미리 보기

식물의 광합성과 호흡



엽록체

식물의 잎은 녹색으로 보인다. 잎이 녹색인 이유는 잎에서 녹색의 빛을 가장 많이 반사시키기 때문이다. 그렇다면 녹색의 빛을 반사하는 식물의 잎에서는 광합성을 하기 위해 어떤 색깔의 빛을 흡수하는 것일까?



이산화 탄소

세계 각국에서는 지구 온난화의 주범인 이산화 탄소 배출량을 줄이기 위해 노력하고 있다. 이산화 탄소는 광합성에 필요한 물질이기도 하지만, 이산화 탄소를 줄이지 않으면 지구 온난화에 의해 북극의 빙하가 녹아 북극곰이 위기에 처하게 된다. 열대 우림을 보존하고 나무를 많이 심으면 북극곰을 살릴 수 있을까?

세계 최대의 밀림인 아마존 강 유역에서는 광합성을 통해 지구 전체 산소 소비량의 20 % 이상을 생산한다. 그래서 아마존 밀림을 '지구의 허파'라고도 부른다. 그곳의 수많은 식물들은 어떻게 산소를 만들어 내는 것일까? 식물들은 밤낮으로 산소를 만드는 것일까?



녹말

감자의 주성분은 녹말이기 때문에 감자만으로 요리를 하면 단맛을 잘 느낄 수 없다. 그러나 감자에 양파를 섞으면 단맛을 낼 수 있다. 양파에는 포도당과 설탕이 들어 있기 때문이다. 감자의 녹말과 양파의 설탕은 어떻게 만들어진 것일까?



산소

사람이 물속에서 호흡하기 위해서는 산소통을 이용해야 한다. 인체에 흡수된 산소의 약 20 %를 뇌에서 사용한다. 뇌에 산소가 공급되지 않으면 뇌세포는 파괴된다.

이처럼 사람의 호흡에 사용되는 산소는 식물이 만들어 준다. 식물은 산소를 어떻게 만드는 것일까?



2-1 식물의 광합성

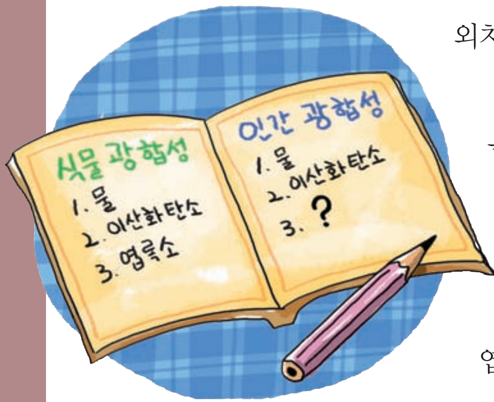
앨런은 초등학교에 다니는 평범한 열 살 소년이다. 앨런은 '인간 광합성'이라는 매우 독창적인 과학 프로젝트를 진행하려고 준비 중이다. 앨런의 이야기를 들은 과학 선생님은 말도 안 되는 이야기라고 하시면서 다른 프로젝트를 하라고 앨런에게 권유하신다. 하지만 할아버지만은 앨런의 말을 들어주고 용기를 북돋아 주신다. 할아버지의 격려에 힘입어 앨런은 자신의 프로젝트를 증명하기 위해 연구를 시작한다.

과연 사람도 식물처럼 광합성을 할 수 있을까?

"광합성 소년(2010년)"의 줄거리

학습 목표

- 광합성이 일어나는 장소와 광합성에 필요한 물질, 광합성으로 생성되는 물질을 설명할 수 있다.
- 광합성에 영향을 주는 요인을 설명할 수 있다.



소설 속에서 앨런은 "식물도 광합성을 할 수 있는데 사람이라고 왜 못 해!"라고 외치며, 인간이 광합성을 할 수 있는 방법을 연구하기 시작한다.

먼저, 앨런은 식물의 몸에서 물과 이산화 탄소가 엽록체를 만났을 때 빛의 도움으로 광합성이 일어난다는 것을 알았다. 그는 사람의 몸에도 물과 이산화 탄소가 있으므로 엽록체만 있으면 광합성을 할 수 있다고 생각하였다. 그래서 자신의 몸에서 광합성이 일어나도록 하면 싫어하는 음식을 억지로 먹지 않아도 될 것이라고 생각하였다.

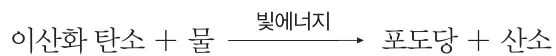
엽록체가 있다면 사람의 몸에서도 광합성이 일어날 수 있을까?



엽록체와 광합성

20세기 후반에 일어났던 베트남 전쟁 때 공중에서 뿌린 고엽제에 의해 나뭇잎이 말라 떨어지면서 무성한 숲을 이루었던 식물들이 모두 죽었다. 잎이 없으면 식물은 왜 살 수 없는 것일까?

식물의 잎이 떨어진 것은 영양소를 만드는 공장의 가동이 중단된 것과 같다. 잎에 있는 엽록체는 영양소의 합성 공장이다. 엽록체에는 엽록소가 많아서 녹색을 띤다. 식물은 엽록체에서 흡수한 빛에너지를 이용하여 뿌리를 통해 흡수한 물과 기공을 통해 흡수한 이산화 탄소를 원료로 포도당과 산소를 만든다. 이렇게 만들어진 산소는 식물의 호흡에 쓰이거나 기공을 통해 잎 바깥으로 방출된다.

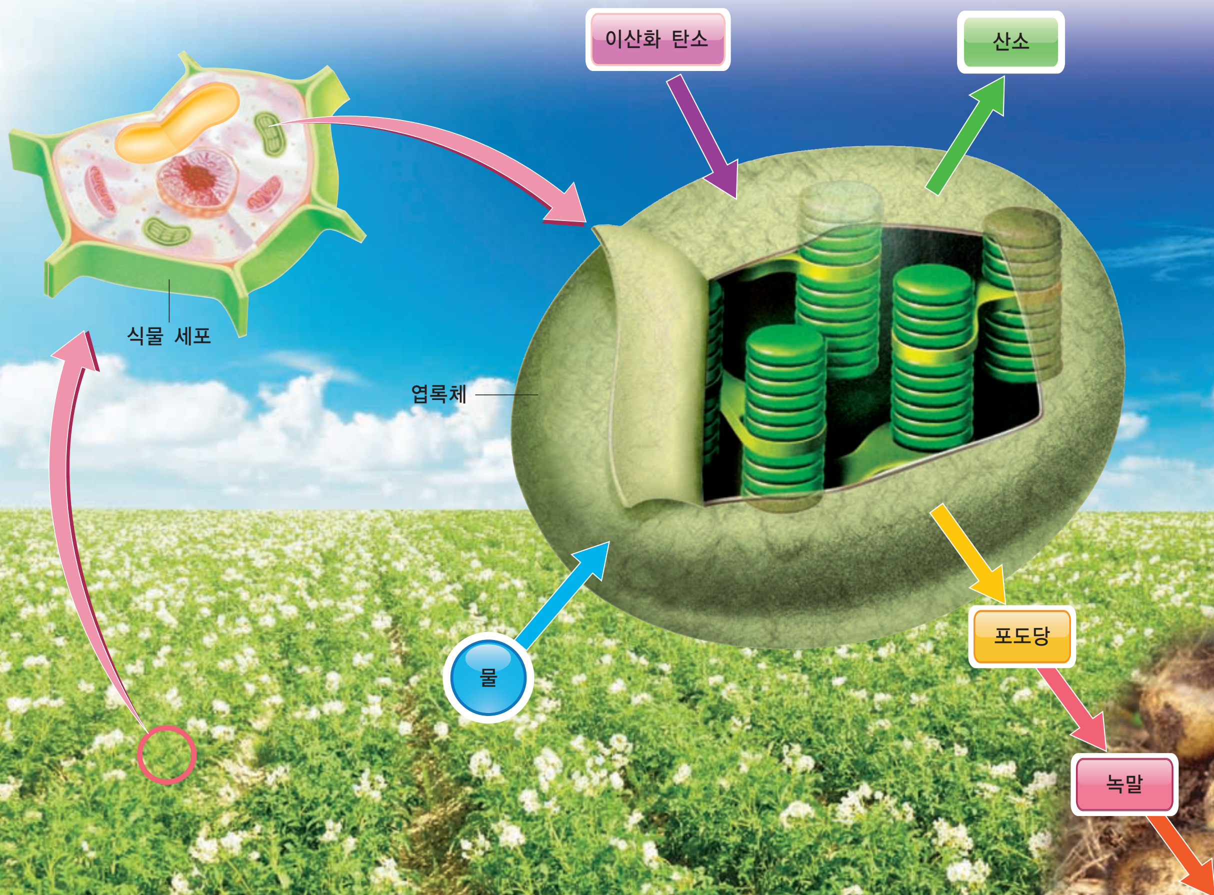




▲ 그림 Ⅳ-33 고엽제에 의해 황폐화된 밀림

고엽제
식물의 잎을 마르게 하여 떨어뜨리는 약제를 말한다.

▼ 그림 Ⅳ-34 엽록체에서 일어나는 광합성 과정_ 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소와 물을 원료로 포도당과 산소가 만들어진다.



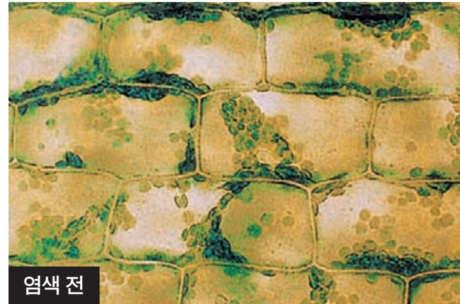


녹말 검출 반응

아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액이 과자 속의 녹말과 반응하면 청람색으로 변한다.



나뭇잎은 세포층이 두꺼워 엽록체를 잘 관찰할 수 없다. 그러나 검정말의 잎은 세포층이 얇기 때문에 현미경으로 엽록체를 쉽게 관찰할 수 있다. 엽록체 안에서 광합성 산물인 포도당은 녹말로 바뀐다. 따라서 그림 Ⅳ-35와 같이 빛을 비춘 검정말 잎에 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액을 떨어뜨리면 엽록체가 있는 곳에서만 아이오딘 반응이 일어나 청람색으로 변하게 된다. 결국 광합성은 엽록체에서 일어나며, 광합성을 통해 만들어진 양분은 녹말로 저장됨을 알 수 있다.



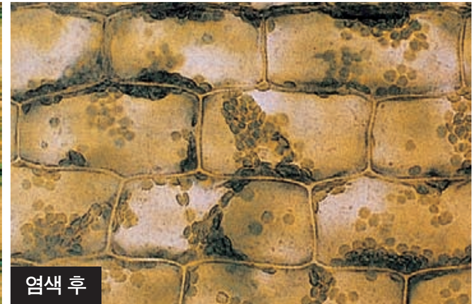
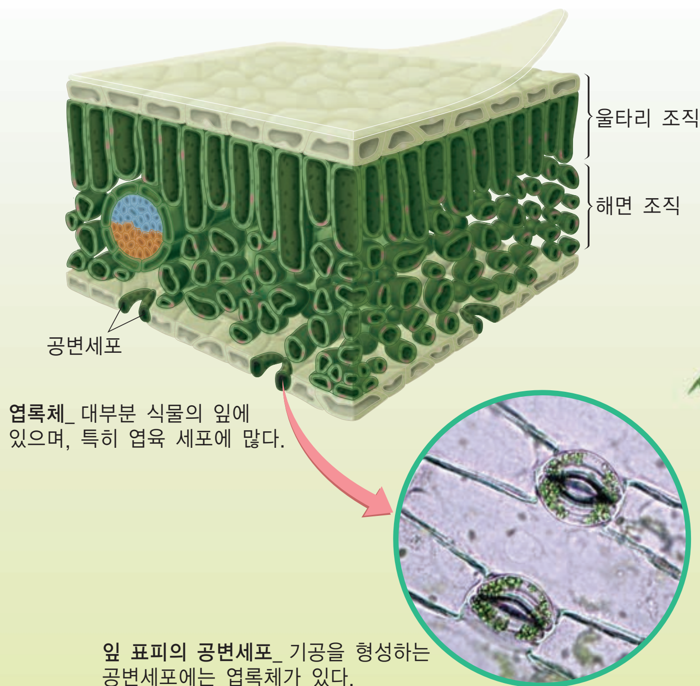


그림 Ⅳ-35 검정말의 엽록체를 아이오딘-아이오딘화 칼륨 용액으로 염색하기 전과 후의 모습(×400)

엽록체는 식물의 잎에 많이 있으며, 특히 엽육에 많이 분포한다. 따라서 광합성은 대부분 엽육 세포에서 일어난다. 식물의 줄기와 뿌리에는 엽록체가 없지만 어린 줄기나 뿌리의 표면에 엽록체가 형성되기도 한다. 예를 들어 땅 위에 노출된 무의 뿌리가 녹색을 띠는 것은 엽록체가 형성되었기 때문이다.

그림 Ⅳ-36 식물에서 엽록체가 존재하는 부분



엽록체_ 대부분 식물의 잎에 있으며, 특히 엽육 세포에 많다.

잎 표피의 공변세포_ 기공을 형성하는 공변세포에는 엽록체가 있다.



무의 엽록체_ 공기에 노출된 무의 뿌리 표면에도 약간의 엽록체가 존재하여 연한 녹색을 띤다.



줄기의 엽록체_ 어린 식물의 줄기에도 엽록체가 있어 연한 녹색을 띤다.

STEAM 융합

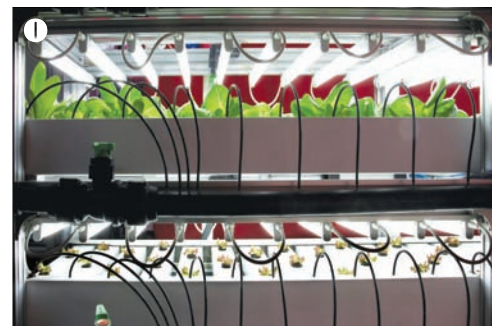
도심의 식물 공장

전통적으로 농부들은 논과 밭에서 농작물을 재배해 왔다. 그러나 이제는 위생 가운을 입은 회사원들이 빌딩에서 농작물을 상품처럼 재배하는 시대가 되었다. 도심지의 빌딩 안에서 채소를 대량 생산하는 식물 공장들이 운영되고 있다. 친환경, 건강식품을 표방하는 기업들은 회사 건물 안에서 실내 장식 소재로 채소를 재배하기도 하고, 재배한 채소들을 직원들의 점심 식사용 재료로 사용하기도 한다. 또 식물 공장은 도심 속 빌딩 안에서 산업으로, 또는 산업 현장에서 마케팅이나 기업의 홍보를 위해 활용되기도 한다.

식물 공장에서는 커다란 인큐베이터 속에서 연한 녹색 잎의 식물들이 숨을 쉬고 있다. 반도체 제조 공장과 같이 직원들은 위생 가운을 입고 클린 룸에서 몸을 소독한 후에 식물 공장을 출입한다.

식물 공장에는 소음도 없고 매연도 없다. 상추, 바질 등이 흙이 아닌 물 위에 뿌리를 내리고 있다. 햇빛 대신 LED에서 나오는 인공 빛을 받으며 숨을 쉬고 영양분을 섭취하면서 자란다.

식물 공장에서는 식물이 자라는 데 필요한 환경적인 요소, 즉 물과 빛, 온도, 습도, 이산화 탄소의 농도, 영양분 등을 인위적으로 조절할 수 있다. 이처럼 식물 공장은 식물이 자랄 수 있는 최적의 조건을 만들어 안정적인 생산과 고품질의 농산물을 재배하는 방식으로, 미래 농업의 대안으로 떠오르는 산업이다.





식물은 인큐베이터 속에서 광합성에 최적인 파장의 빛을 받으며 생장한다 (그림 ❶은 일반 형광등의 빛을 사용한 채소 재배 모습, ❷는 적색광과 백색광의 LED를 5 : 1의 비율로 사용하여 채소를 재배하는 모습).





식물 공장에서 채소를 대규모로 재배하는 모습

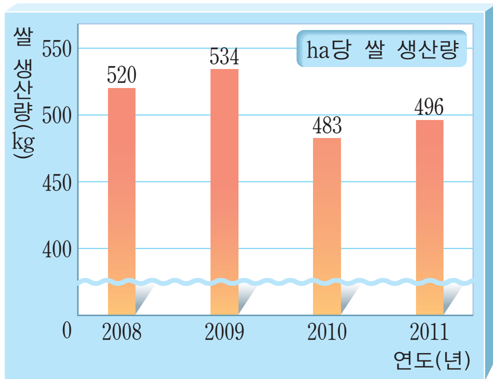


그림 Ⅳ-37 우리나라의 쌀 생산량(출처: 통계청)

광합성에 영향을 주는 조건

날씨는 농작물의 생산량에 많은 영향을 끼친다. 우리나라의 단위 넓이당 쌀 생산량을 보면 2009년과 2011년에는 각각 2008년과 2010년에 비해 쌀 생산량이 증가하였다.

9~10월은 벼의 낟알이 익는 시기이며, 이 시기의 광합성량은 쌀의 생산량을 결정하는 중요한 요인이 된다. 2008년과 2010년에는 비 오는 날이 많았고 저온 현상까지 나타나 쌀의 생산량이 감소하였다. 그러나 2009년과 2011년의 9~10월에는 충분한 일조량과 높은 기온으로 쌀의 생산량이 증가하였다.

그러면 빛의 세기는 광합성에 어떤 영향을 미칠까?



탐구 활동 광합성에 영향을 미치는 환경 요인

측정

목·표

광합성에 영향을 미치는 환경 요인이 무엇인지 알고, 환경 요인에 따라 광합성량이 어떻게 달라지는지 설명할 수 있다.

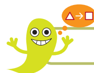
준·비·물

검정말, 1% 탄산수소 나트륨 용액, 물, 시험관, 전기스탠드, 50 cm 자, 수조, 비커, 깔때기, 스탠드, 온도계, 클램프, 가위, 초시계, 실험용 장갑

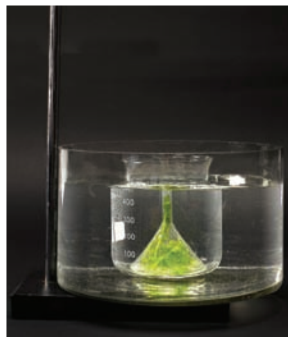


유·의·점

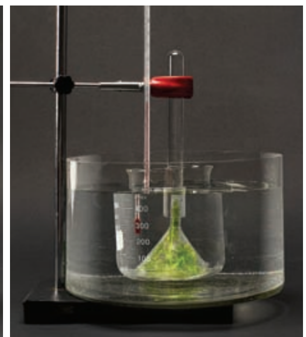
1. 검정말의 줄기를 비스듬하게 자른 다음, 줄기 끝이 위로 향하게 하여 깔때기에 넣는다.
2. 검정말이 너무 작으면 열에 의해 쉽게 상할 수 있으므로, 가급적 큰 것으로 준비한다.
3. 전기스탠드와의 거리를 바꿀 때마다 탄산수소 나트륨 용액을 보충함으로써 이산화 탄소의 농도를 최적의 상태로 유지한다.



과정







❶ 검정말을 깔때기에 넣고, 1% 탄산수소 나트륨 용액이 든 비커에 넣은 다음, 비커를 다시 물이 든 수조 속에 넣는다.

❷ 1% 탄산수소 나트륨 용액이 가득 들어 있는 시험관을 깔때기 위에 거꾸로 세운다.

❸ 시험관을 고정시킨 다음, 비커 속에 온도계를 설치한다.

❹ 비커 속 검정말로부터 50 cm 거리에서 전기스탠드로 빛을 비춘 다음, 1분 동안 발생하는 기포 수를 측정한다.

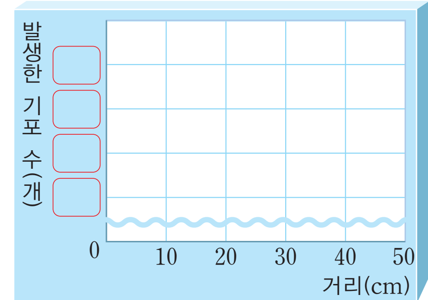
❺ 전기스탠드의 위치를 10 cm씩 검정말 쪽으로 옮기면서 1분 동안 발생하는 기포 수를 측정한다.



결과

1 결과를 표에 기록하고, 그래프로 나타내어 보자.

검정말과 전기스탠드 사이의 거리(cm)	발생한 기포 수 (개)
50	
40	
30	
20	
10	



2 검정말과 전기스탠드 사이의 거리와 빛의 세기는 어떤 관계가 있는가?

3 빛의 세기에 따라 발생하는 기포 수는 어떻게 달라지는가?

해석 창의·인성

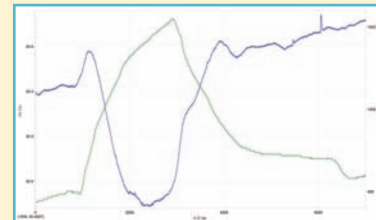
1 시험관에 1 % 탄산수소 나트륨 용액을 넣는 까닭은 무엇인가?

2 빛의 세기와 광합성은 어떤 관계가 있는지 토의해 보자.

3 빛의 세기 외에 광합성에 영향을 주는 요인에는 어떤 것이 있는지 토의해 보자.

탐구의 확장 MBL을 이용한 광합성 조건 탐구

빛의 세기에 따른 광합성량을 MBL을 이용하여 측정할 수 있다.



준비물 시금치, 물, MBL 장치(인터페이스, 산소 센서, 이산화 탄소 센서, 컴퓨터, 수조), 전기스탠드, 자

과정

1 인터페이스를 컴퓨터에 연결한다.

2 수조 안에 있는 원형의 투명한 통 속에 시금치 잎을 넣고 이산화 탄소 센서와 산소 센서를 연결한 다음, 센서를 인터페이스에 연결한다.

3 프로그램을 실행시킨 후 광원의 거리를 조절하면서 산소와 이산화 탄소의 농도 변화를 측정한다.

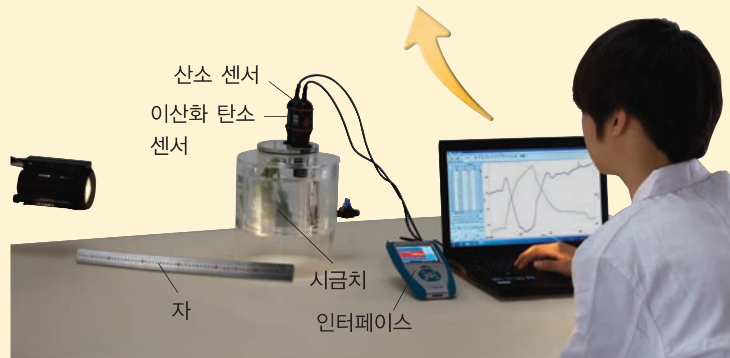




그림 Ⅳ-38 검정말_ 광합성으로 기포가 발생한다.

검정말과 광원 사이의 거리가 가까워질수록 빛의 세기가 강해지며, 빛의 세기가 강해질수록 광합성이 활발하게 일어난다. 그러나 빛의 세기가 어느 정도 강해지면 광합성량은 더 이상 증가하지 않고 일정한 상태를 유지한다.

온도는 광합성에 중요한 영향을 미친다. 온도가 너무 낮거나 높은 곳에서는 빛과 이산화 탄소가 충분하더라도 식물의 광합성이 잘 일어나지 않는다. 식물의 광합성은 대부분 30~40℃ 사이의 온도에서 가장 잘 일어나며, 이때의 온도를 **최적 온도**라고 한다. 최적 온도보다 더 높은 온도에서는 광합성량이 급격히 감소한다.

공장에서 원료가 부족하면 제품을 더 이상 만들 수 없는 것처럼 식물도 광합성의 원료인 이산화 탄소가 부족하면 포도당을 만들 수 없다. 이산화 탄소의 농도가 증가하면 광합성량은 증가하지만, 일정한 농도 이상에서는 더 이상 광합성량이 증가하지 않는다.

빛의 세기, 온도, 이산화 탄소의 농도는 각각 광합성에 영향을 주는 요인이며, 세 가지 조건이 적당해야 광합성이 활발하게 일어난다. 만약 빛의 세기가 강하고 최적 온도가 유지되더라도 이산화 탄소 농도가 낮으면 광합성이 잘 일어나지 않는다.

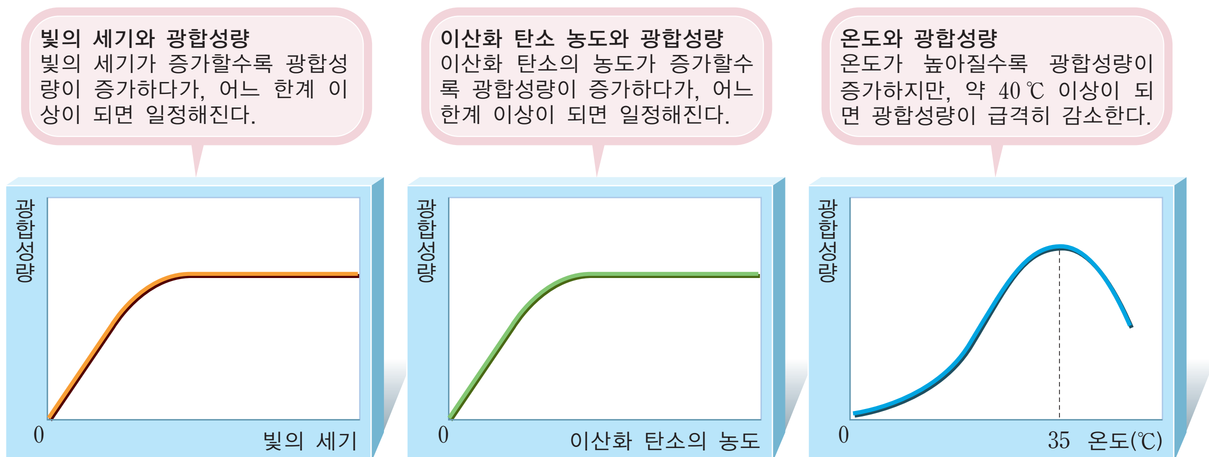


그림 Ⅳ-39 광합성에 영향을 주는 환경 요인

광합성 원료와 산물

최근 아마존이나 아프리카의 밀림 지역이 파괴되면서 대기 중에 이산화 탄소 농도가 높아지게 되었다. 이처럼 대기 중 이산화 탄소의 농도 증가는 식물의 광합성과 관련이 있다.

이산화 탄소가 광합성에 반드시 필요한 물질인지 실험을 통해 알아보자.

그림 Ⅳ-40 벌목으로 파괴된 아마존의 숲_ 목장을 만들거나 옥수수 등을 재배하기 위해 숲이 파괴되고 있다.



탐구 활동 광합성에 영향을 미치는 조건

측정

목·표

이산화 탄소가 광합성에 필요한지 알아보기 위한 실험을 설계할 수 있다.

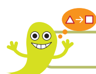
준·비·물

사철나무 잎, 증류수, 1 % 탄산수소 나트륨 용액, 3 % 탄산수소 나트륨 용액, 펀치, 비커, 페트리 접시, 전기스탠드, 진공 펌프, 핀셋, 유성 사인펜, 실험용 장갑

유·의·점

1. 1 % 탄산수소 나트륨 용액과 3 % 탄산수소 나트륨 용액은 미리 만들어 둔다.
2. 실험 전에 사철나무 잎을 암실에 두었다가 실험에 사용하도록 하며, 사철나무 잎 조각은 물에 넣었을 때 가라앉는 것만 골라서 사용한다.
3. 사철나무 잎 조각이 증류수나 탄산수소 나트륨 용액에 가라앉지 않으면 진공 펌프를 사용하여 가라앉게 한다.





과정



❶ 암실에 두었던 사철나무 잎의 잎맥이 없는 부위를 골라 펀치로 찍어 둥근 잎 조각을 수십 개 만든다.



❷ 세 개의 비커에 증류수, 1 % 탄산수소 나트륨 용액, 3 % 탄산수소 나트륨 용액을 20 mL씩 넣고 A, B, C로 표시한다.



❸ 세 개의 비커에 잎 조각을 5개씩 넣고 가라앉힌 다음, 동일하게 빛을 비춘다.



❹ 시간이 지나면서 위로 떠오르는 잎 조각의 수를 비교한다.



결과

1 A~C 비커 중 어느 비커에 있는 사철나무 잎이 먼저 떠오르는가?

2 가라앉아 있던 사철나무 잎 주변에 무엇이 생겨 잎이 떠오르는가?

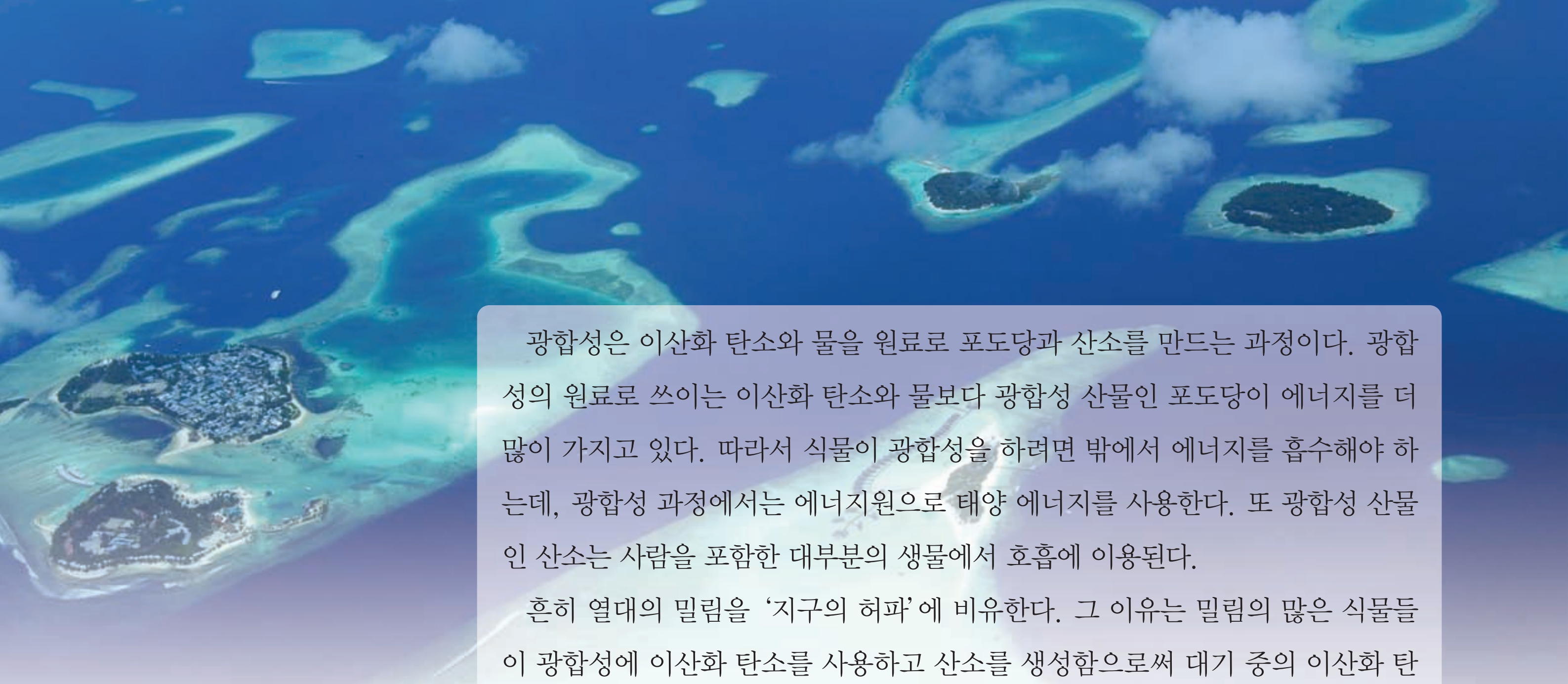


해석 창의·인성

1 실험 과정에서 세 개의 비커에 동일하게 빛을 비추는 이유를 설명해 보자.

2 A~C 비커에서 사철나무 잎이 떠오르는 정도가 차이 나는 이유는 무엇인지 토의해 보자.

3 광합성의 원료와 산물에 대해 정리해 보자.



광합성은 이산화 탄소와 물을 원료로 포도당과 산소를 만드는 과정이다. 광합성의 원료로 쓰이는 이산화 탄소와 물보다 광합성 산물인 포도당이 에너지를 더 많이 가지고 있다. 따라서 식물이 광합성을 하려면 밖에서 에너지를 흡수해야 하는데, 광합성 과정에서는 에너지원으로 태양 에너지를 사용한다. 또 광합성 산물인 산소는 사람을 포함한 대부분의 생물에서 호흡에 이용된다.

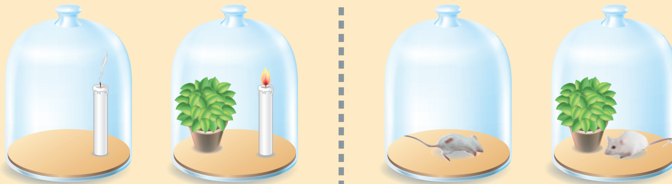
흔히 열대의 밀림을 '지구의 허파'에 비유한다. 그 이유는 밀림의 많은 식물들이 광합성에 이산화 탄소를 사용하고 산소를 생성함으로써 대기 중의 이산화 탄소 농도가 지나치게 높아지지 않게 해 주기 때문이다. 만약 밀림이 파괴되어 이산화 탄소 농도가 높아지면 지구 온난화가 일어나 이상 기온, 해수면 상승 등의 자연 재해 현상이 나타날 수 있다.

그림 Ⅳ-41 몰디브_ 아름다운 섬나라인 몰디브는 해수면이 상승하면서 섬 전체가 바다에 잠길 위기에 처해 있다.

과학 자료실 식물체가 산소를 만들어 내는 것을 어떻게 알게 되었을까?



● **프리스틀리의 실험**(1771년)



- 밀폐된 곳에 촛불을 켜 놓으면 촛불이 금방 꺼지지만, 식물과 함께 두면 촛불이 오랫동안 꺼지지 않는다.
- 밀폐된 곳에 있는 쥐는 금방 죽지만, 식물과 함께 두면 식물이 없을 때보다 오래 산다.

● **잉엔하우스의 실험**(1779년)



- 식물과 쥐를 밀폐된 곳에 두면 빛이 없을 때보다 빛이 있을 때 더 오래 산다.

※ 결론: 프리스틀리와 잉엔하우스의 실험을 통해 식물의 광합성 결과 산소가 발생한다는 것을 알 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기	과학과 생활 연관 짓기	과학과 환경 연관 짓기
광합성에 영향을 주는 요인 세 가지는 무엇인가?	여름과 비교했을 때 가을에 식물의 광합성량이 감소하는 이유를 설명해 보자.	비포장도로의 옆에 있는 농작물은 도로의 먼 쪽에 있는 농작물보다 생장 속도가 느리다. 그 이유는 무엇인가?

STEAM 융합

인공 광합성과 인공 나뭇잎

엽록체에서 진행되는 광합성은 빛에너지를 이용하여 이산화 탄소로부터 포도당을 합성하는 과정으로서, 빛을 흡수하는 단계와 포도당을 만드는 두 단계로 구분할 수 있다. 첫 번째는 엽록체에 있는 엽록소에서 빛을 흡수하여 에너지를 많이 가진 화학 에너지를 만드는 단계이다. 두 번째는 화학 에너지를 이용하여 이산화 탄소로부터 포도당을 합성하는 단계이다.

광합성 소년의 이야기처럼 사람의 몸에서는 광합성이 일어날 수 없지만, 인공 나뭇잎을 만들어 광합성을 할 수 있는 인공 광합성 기술이 개발되었다. 이러한 인공 광합성은 태양 전지와 몇 가지 효소를 이용하여 포도당을 합성하는 기술이다.

인공 광합성에 이용된 태양 전지 기술은 자연 광합성 기술을 모방한 것이다. 자연을 모방하여 새로운 기술을 개발하고 발전시킨 사실을 통해 '모방은 창조의 어머니'라는 말을 실감할 수 있다.

또 햇빛으로 전기를 만들기 위한 '인공 나뭇잎' 연구가 있다. 이 기술은 태양광 발전을 위해 인공 나뭇잎이 태양 전지판 역할을 하며, 나뭇잎 속에 들어 있는 자연 상태의 엽록소와 물을 재료로 사용하는 점이 특징이다. 전기 생산이 목적이라는 점에서 인공 광합성 연구와는 다른 분야이다.

인공 광합성 기술과 인공 나뭇잎 기술은 태양 에너지로 여러 가지 물질을 생산하여 신약의 원료로 사용할 수 있고, 전기를 친환경적으로 생산할 수 있어 사람들에게 큰 도움이 될 것이다.



2-2 양분의 전환과 이용





학습 목표

- 광합성 결과 생성된 양분의 전환, 이동, 저장, 사용 과정을 설명할 수 있다.
- 식물의 호흡과 광합성의 관계를 설명할 수 있다.

감자를 먹으면 단맛이 나지 않지만 사탕수수에서는 단맛이 나는 이유는 무엇일까? 감자에서는 광합성 양분이 단맛이 나지 않는 녹말로 저장되지만, 사탕수수에서는 단맛이 나는 당분으로 저장되기 때문이다.

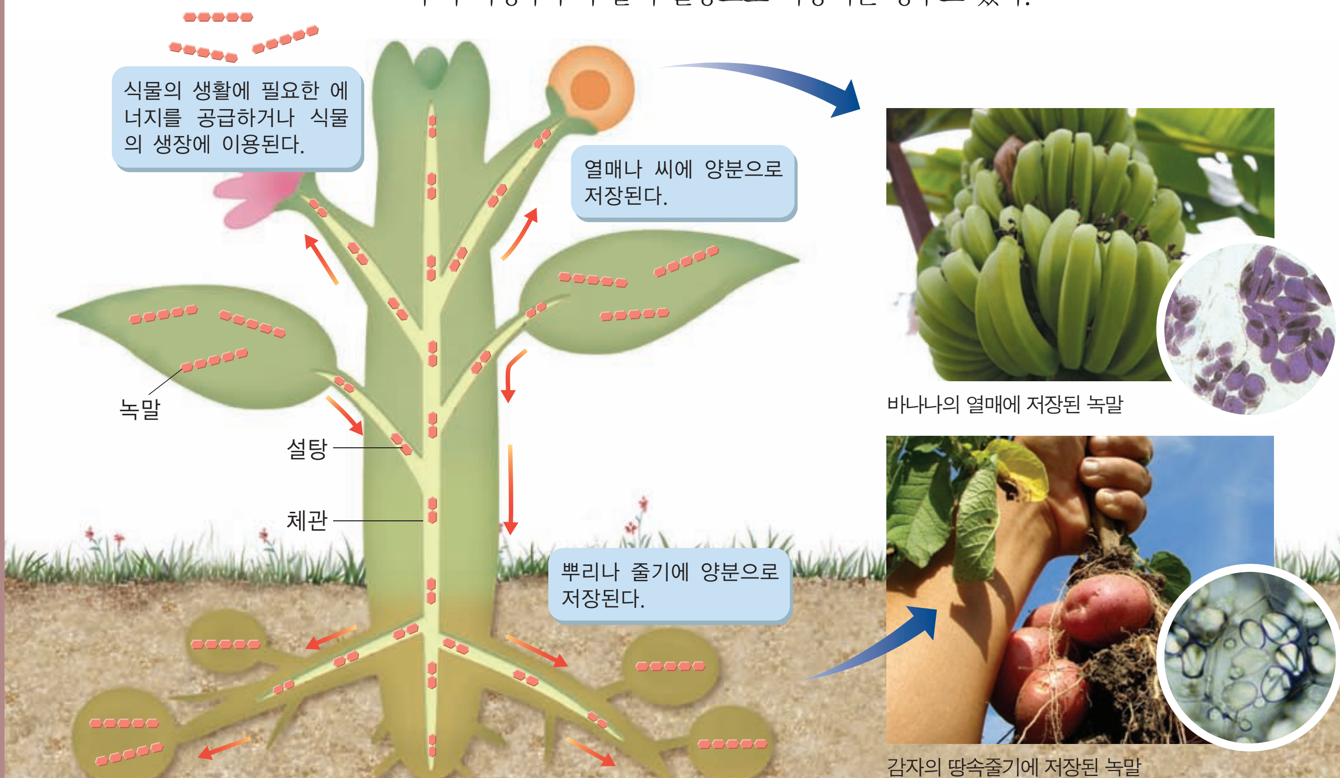
광합성 양분의 이동과 저장

포도당은 물에 잘 녹는 작은 분자이지만, 녹말은 물에 녹지 않는 큰 분자로 이루어져 있다. 엽록체에서 만들어진 양분은 어떤 물질로 저장하는 것이 좋을까?

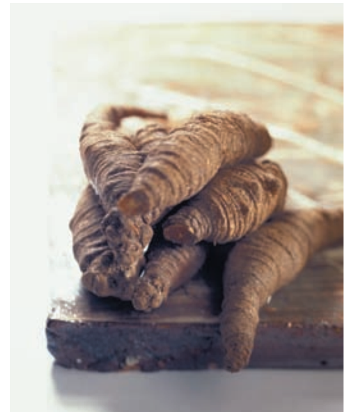
엽록체에서 광합성 결과 포도당이 만들어지면 바로 이동하지 않고 일시적으로 큰 분자인 녹말로 전환된다. 포도당보다 녹말 상태로 전환하면 더 많은 양분을 저장할 수 있기 때문이다.

저녁이 되면 녹말은 다시 물에 녹는 설탕으로 바뀌어 체관을 통해 식물체의 각 부분으로 운반된다. 운반된 설탕은 세포의 활동이나 생장에 이용되며, 나머지는 녹말이나 지방, 단백질로 바뀌어 열매나 씨, 줄기나 뿌리에 저장된다. 반면, 사탕무나 사탕수수와 같이 설탕으로 저장되는 경우도 있다.

그림 Ⅳ-42 포도당의 전환과 이용



뿌리에 저장된 녹말은 이른 봄이 되면 포도당과 같은 수용성 양분으로 변한다. 뿌리에 수용성 양분의 농도가 높아지면 토양 속의 물이 뿌리 안으로 흡수된다. 옛날부터 칡뿌리의 녹말은 식용으로 사용되어 왔다. 특히 겨울보다 이른 봄에 캔 칡뿌리의 맛이 약간 더 부드럽고 달다. 이는 저장 녹말의 일부가 수용성 당분으로 변하였고, 또한 수분을 흡수하였기 때문이다.


▲ 그림 Ⅳ-43 칡뿌리

쌀이나 감자와 같이 식물의 뿌리나 줄기, 열매에 저장된 양분은 사람의 주요 식량으로 이용된다. 그 밖의 동물들도 식물을 먹이로 섭취하며, 이러한 동식물의 먹고 먹히는 관계가 연결되면서 생태계가 이루어진다. 따라서 숲 속의 풀 한 포기, 나무 한 그루도 매우 소중하며, 이러한 생물 덕분에 사람까지 건강하게 살 수 있는 것이다. 이처럼 식물의 광합성으로 만들어진 양분은 식물뿐만 아니라 생태계를 구성하는 모든 생물을 먹여 살리는 밑거름이 된다.

◀ **그림 Ⅳ-44 광합성의 의의**_ 식물은 햇빛, 물, 이산화 탄소로 광합성을 한다. 이렇게 만들어진 식물의 양분을 다른 동물이 먹고 살아간다. 이처럼 생산자의 양분은 광합성에 의해 만들어진 것이며, 생산자인 식물로부터 최종 소비자로 갈수록 양분의 양은 감소한다. 따라서 광합성은 모든 생물을 먹여 살리는 밑거름이 된다.



그림 Ⅳ-45 식물의 호흡_ 시금치가 들어 있는 페트병을 어두운 곳에 하루 동안 놓아둔 다음 페트병 속의 공기를 석회수가 들어 있는 시험관에 넣으면 석회수가 뿌옇게 흐려진다. 이것은 시금치가 호흡을 하여 이산화 탄소를 방출하였기 때문이다.

식물의 호흡

만약 식물이 많은 온실 안에서 밤에 불을 끄고 문을 잠근 상태에서 잠을 잔다면 호흡이 곤란해질 수 있다. 식물도 밤에는 동물처럼 호흡을 하므로 온실에 산소가 부족해질 수 있기 때문이다. 그렇다면 식물은 밤에만 호흡을 하는 것일까?

사람을 포함한 모든 동물이 살아가기 위해서는 낮과 밤 모두 양분을 분해하여 에너지를 만들어야 한다. 이러한 현상은 식물도 예외는 아니다. 하지만 동물과 달리 식물의 경우에는 낮에는 광합성과 호흡을 모두 하며, 밤에는 호흡만 하게 된다.

식물의 잎에서는 밤에 호흡을 통해 산소를 소모하고 이산화 탄소가 방출된다. 그러나 낮에는 광합성량이 호흡량보다 많아서 이산화 탄소 방출량이 감소하고 산소의 방출량이 증가한다. 특히 광합성이 활발하게 일어날 때에는 공기 중에서 이산화 탄소를 흡수하여 광합성에 이용한다.

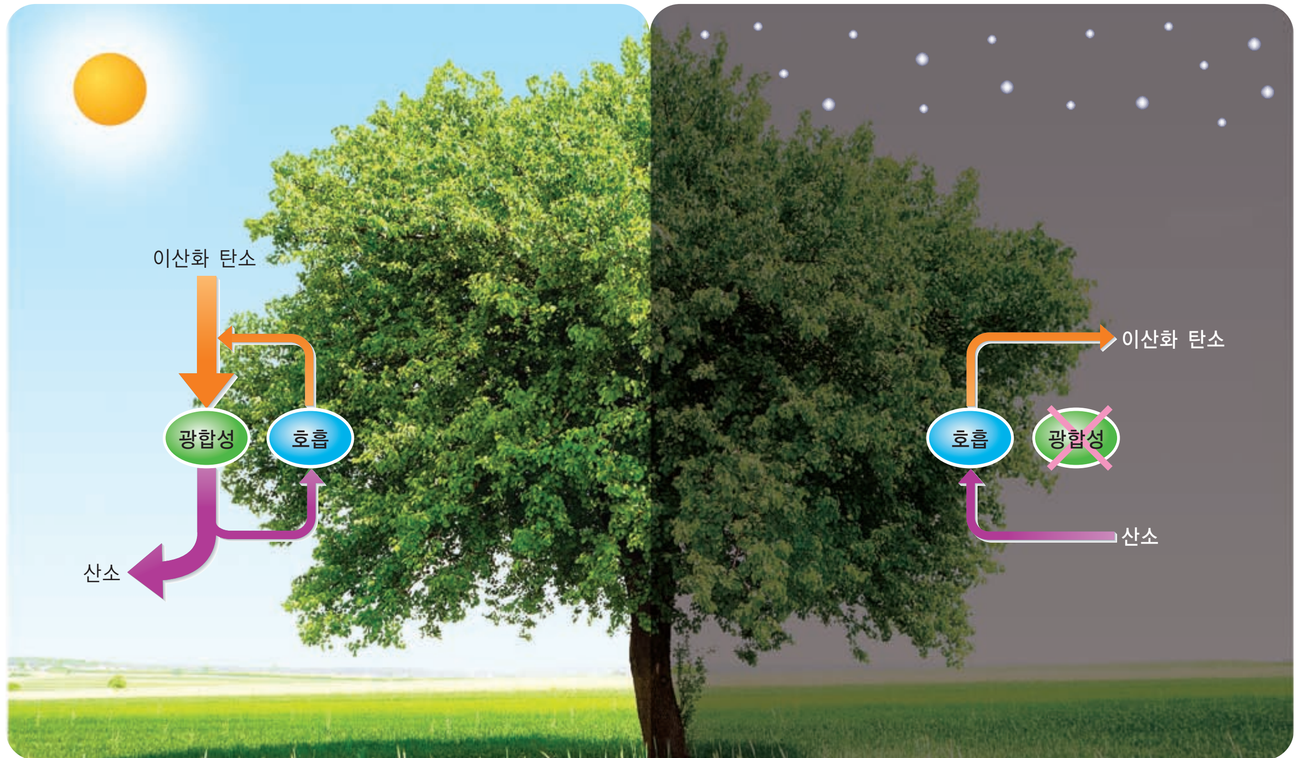


그림 Ⅳ-46 식물의 광합성과 호흡 _ 식물체에서 낮에는 광합성과 호흡이 함께 일어나지만, 밤에는 광합성을 하지 못해 호흡만 일어난다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

광합성의 결과 단맛이 나는 포도당이 만들어진다. 식물은 일시적으로 포도당을 녹말로 전환하여 잎에 저장하는데, 그 이유는 무엇일까?

과학과 생활 연관 짓기

밤에 호흡만 하던 식물은 아침이 되면 호흡과 광합성을 함께 하게 된다. 광합성량과 호흡량이 똑같아질 때 기공을 통한 기체 이동은 어떻게 될지 생각해 보자.

고랭지 채소


고랭지 배추

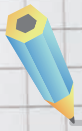
식물은 광합성을 통해 양분을 만들어 저장하고, 호흡을 통해 양분을 소비한다. 따라서 광합성량과 호흡량의 차이만큼 식물에 양분이 저장된다.

여름철 밤에 온도가 높은 경우와 낮은 경우 저장되는 양분이 많아지는 쪽은 어느 경우일까? 온도가 높을 경우 호흡이 더 활발하게 일어나므로 밤에 온도가 낮을 때 양분이 더 많이 저장된다.

이것은 마치 수입이 같을 때 지출을 줄이면 저축할 수 있는 돈이 더 많아지는 것과 같다.

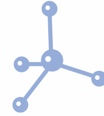
여름에 고지대의 낮 기온은 저지대와 크게 차이 나지 않지만 밤 기온은 저지대보다 더 낮아진다. 고랭지란 말은 이러한 이유로 생긴 것이다. 그러므로 광합성을 통해 만든 양분의 양은 고지대와 저지대가 크게 차이 없지만 호흡으로 소비하는 양분은 고지대 쪽이 훨씬 적기 때문에 고랭지에서 식물의 생장량이 더 많아진다.


고랭지 무



대단원 마무리

Ⅳ. 광합성


개념 정리하기

- 식물
  - 유기적 구성
    - 식물 세포 — 핵, 세포막, 미토콘드리아, ㉠ ______, 액포, 세포벽
    - 조직 — 같은 세포들의 모임
    - 조직계
      - 기본 조직계 — 양분 저장
      - 관다발 조직계 — 물관, ㉡ ______, 형성층
      - 표피 조직계 — 한 층, 엽록체 없음(㉢ ______ 제외)
    - 기관
      - 잎
        - 엽육 — 울타리 조직, 해면 조직-광합성
        - 잎맥 — 관다발
        - 기공 — 공변세포, 기체의 교환, ㉣ ______ 작용
      - 줄기 — 식물체 지탱, 잎과 뿌리 연결
      - 뿌리
        - 수분 흡수 — ㉤ ______ 차이
        - 뿌리털 — 표면적 확대
  - 광합성
    - 과정 — 물 + 이산화 탄소 ⟶ 포도당 + 산소
    - 장소 — 엽록체, 엽록소
    - 원료 — 물, 이산화 탄소
    - 산물 — ㉥ ______, 산소
    - 시기 — 낮
    - 영향 요인 — 빛의 세기, 온도, ㉦ ______ 농도
    - 양분 이동 — 체관
  - 호흡
    - 과정 — 포도당 + 산소 ⟶ 물 + 이산화 탄소
    - 시기 — 항상

○, × 퀴즈

❶ 울타리 조직을 구성하는 세포들의 종류는 다양하다. ······ (　　)

❷ 식물의 잎은 세 종류의 조직계로 구성된다. ······ (　　)

❸ 식물의 표피 조직계에는 엽록체가 없다. ······ (　　)

❹ 이른 봄 잎이 나오지 않았을 때 수분 상승의 원동력은 증산 작용이다. ······ (　　)

❺ 식물은 낮에 호흡을 하지 않고 광합성만 한다. ······ (　　)

❻ 광합성 양분은 녹말 상태로 체관을 통해 이동한다. ······ (　　)

❼ 엽록체에서 낮에는 광합성이 일어나고 밤에는 호흡 작용이 일어난다. ······ (　　)

개념 적용하기



1 식물 세포의 발견과 가장 관련이 깊은 것은?

① 세포설의 확립
② 엽록체의 발견
③ 동물 세포의 발견
④ 광학 현미경의 발명
⑤ 전자 현미경의 발명

2 다음 A, B, C에서 각각 한 단어씩 골라 옳은 문장을 세 가지 만드시오.

A		B		C
식물 / 동물	세포에는	엽록체 / 미토콘드리아	가 있어	광합성 / 호흡

을 할 수 있다.

3 〈보기〉는 세포를 구성하는 성분들을 나열한 것이다. 물음에 답하시오.

보기

ㄱ. 세포막	ㄴ. 세포벽
ㄷ. 엽록체	ㄹ. 액포(큰 것)
ㅁ. 미토콘드리아	ㅂ. 핵

(1) 식물의 뿌리 세포에 있는 구조를 있는 대로 고르시오.

(2) 식물의 엽육 세포에 있는 구조를 있는 대로 고르시오.

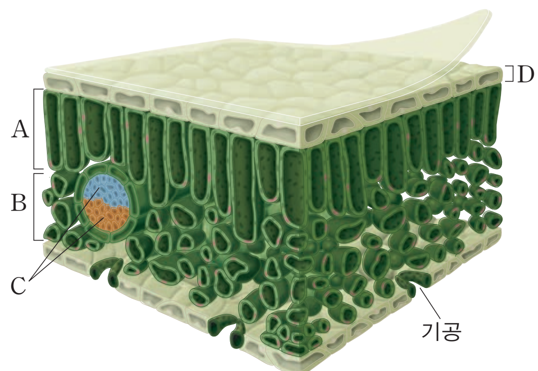
(3) 사람의 백혈구에 있는 구조를 있는 대로 고르시오.

(4) 잎에 단풍이 드는 것과 관련된 구조를 있는 대로 고르시오.

4 육상 식물의 잎에서는 물이 직접 흡수되지 않는다. 그 원인과 관련이 깊은 것은?

① 체관　② 엽록체
③ 공변세포　④ 큐티클층
⑤ 울타리 조직

5 그림은 잎의 속 구조를 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



(1) 잎을 구성하는 조직계를 골라 기호로 쓰시오.

- 관다발 조직계:
- 기본 조직계:
- 표피 조직계:

(2) 조직 A와 B를 구성하는 세포의 엽록체 수는 어떻게 차이가 나는가?

(3) 잎은 식물체의 유기적 구성 단계 중 어느 단계에 해당하는가?

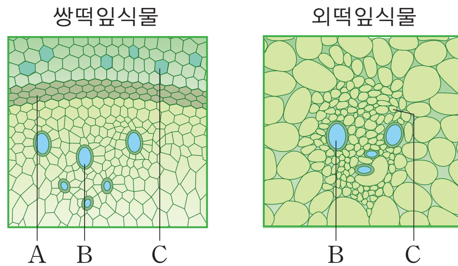
① 세포　② 조직
③ 개체　④ 기관
⑤ 조직계

(4) 속씨식물 중 외떡잎식물과 쌍떡잎식물의 줄기에서 C의 분포는 어떻게 차이가 나는가?

개념 적용하기



6 그림은 쌍떡잎식물과 외떡잎식물의 관다발을 비교한 것이다. 물음에 답하시오.

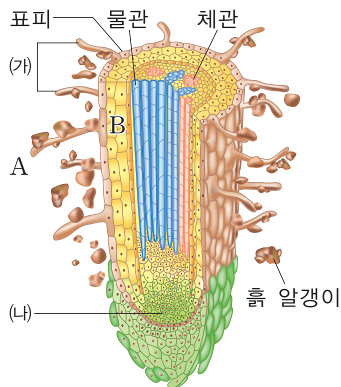


(1) 쌍떡잎식물 줄기의 껍질을 벗길 경우 껍질과 함께 떨어져 나가는 것은?

(2) 부피 생장이 일어날 수 있는 것은 무엇이 있기 때문인가?

(3) B와 C 중에서 살아 있는 세포로 구성된 것은?

7 그림은 뿌리의 구조를 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.

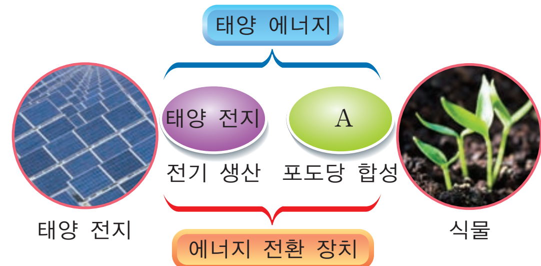


(1) (가)와 (나)는 각각 무엇인가?

(2) 토양 속의 수분(A)이 식물 세포(B) 안으로 흡수될 때의 A와 B의 용질 농도를 비교하시오.

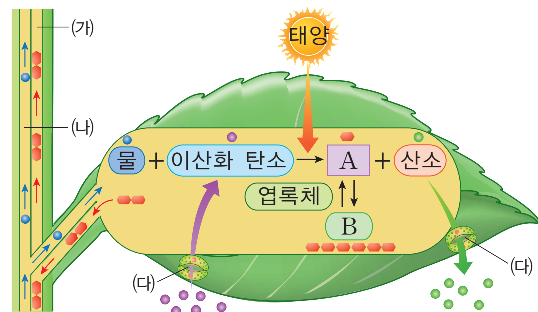
(3) 식물을 옮겨 심을 때 뿌리를 흙과 함께 옮기는 이유를 간단히 설명하시오.

8 그림의 태양 전지와 같이 식물에는 태양 에너지를 전환하는 것과 비슷한 장치가 있다.



식물 세포에서 A에 해당하는 것은 무엇인가?

9 그림은 잎에서 일어나는 광합성과 관련된 내용을 나타낸 것이다. 물음에 답하시오.



(1) (가)와 (나)는 각각 무엇인가?

(2) (다)에 대한 설명으로 옳은 것은?

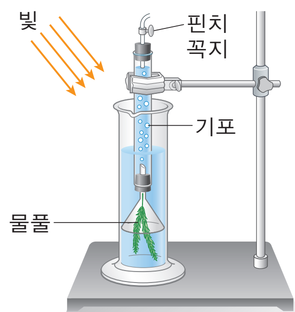
① 겨울에도 항상 열려 있다.
② 물이 물방울 상태로 나간다.
③ 낮에 산소가 많이 유입된다.
④ 뒷면이 앞면보다 수가 더 적다.
⑤ 엽록체가 들어 있는 두 개의 세포로 이루어져 있다.

(3) A와 B는 각각 무엇인가?

개념 응용하기

과학 글쓰기

1 그림은 광합성 산물의 종류를 확인하기 위한 실험 장치이다. 물음에 답하시오.

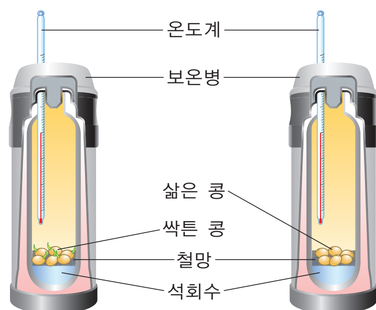


(1) 물풀에 녹말이 만들어진 것을 확인하는 방법을 간단히 설명하시오.

(2) 기포의 성분이 산소라는 것을 쉽게 확인할 수 있는 방법을 간단히 설명하시오.

탐구력 기르기

2 그림은 싹튼 콩과 삶은 콩을 석회수가 들어 있는 보온병에 넣고 온도와 석회수의 변화를 관찰하는 장치이다.



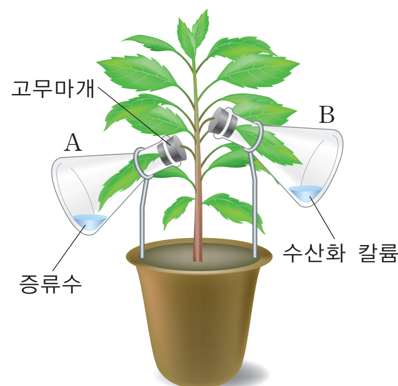
(1) 이 장치는 콩의 어떤 변화를 알아보기 위한 것인가?

(2) 실험 결과 두 보온병의 석회수 색깔은 어떻게 변하겠는가?

(3) 실험 결과 싹튼 콩이 들어 있는 보온병의 온도가 높았다. 그 이유는 무엇인가?

탐구력 기르기

3 그림은 암실에 두었던 식물의 두 개의 잎에 증류수와 수산화 칼륨이 들어 있는 플라스크를 설치한 다음 빛을 쪼여 주는 실험 장치이다(단, 수산화 칼륨은 이산화 탄소를 흡수한다).



(1) 플라스크 A와 B에 들어 있는 기체 성분은 어떤 차이가 있는가?

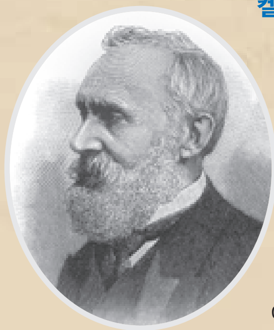
(2) 이 실험은 무엇을 알아보기 위한 것인가?

(3) 2시간 후 두 잎을 따서 녹말 검출 반응을 하면 어떤 차이가 있겠는가?

창의·인성 키우기

4 오른쪽 그림은 온대 지방에 자라는 당귀라는 식물이다. 이 식물을 사막에 옮겨 심었을 때 사막에 적응하기 위해 잎, 줄기, 뿌리가 각각 어떻게 변해야 할지 그림으로 나타내시오.





켈빈(Lord Kelvin ; 1824 ~ 1907)

영국의 물리학자이다. 수학 교수의 아들로 태어나 아버지에게 학업을 배우다가 1845년 케임브리지 대학에서 학위를 받았다. 1846년에는 글래스고 대학 교수가 되었다. 그는 당대에 가장 존경받은 학자였으며, 에너지와 열의 관계를 연구하면서 절대 온도의 개념을 도입하였다.

이 밖에 나침판을 개량하여 항해술에 공헌하였다. 1904년 글래스고 대학 총장에 오르고 왕립 학회 회장을 역임하였다.



V 열과 우리 생활

❖ 이 단원에서는

야영지나 바닷가 근처의 모래밭에서는 주위의 온도를 높이기 위해 모닥불을 피우기도 한다. 나무가 타면서 주변으로 발생하는 열에 의해 사람들은 따뜻함을 느끼기도 하고 모닥불에 감자나 고구마 같은 음식을 구워 먹기도 한다. 열은 온도와 어떤 관련이 있을까? 또 열은 우리 생활에서 어떻게 이용되고 있을까?

이 단원에서는 온도를 분자 운동 모형으로 이해하고 열평형의 의미를 학습한다. 또한 비열, 열팽창 등 열과 관련된 물질의 특성이 우리 생활에 어떻게 적용되는지 살펴보고, 열과 관련된 다양한 사례를 열의 이동 방법과 관련지어 알아보자.

1

» 중단원 미리 보기

온도와 열



온도

여름에는 기온이 높아 더위를 느끼고, 겨울에는 기온이 낮아 추위를 느낀다. 우리는 일기 예보를 통해 여름과 겨울의 온도 변화를 더 구체적으로 알 수 있다.

온도는 우리의 생활에 어떤 영향을 미칠까?



열평형

열은 온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 이동한다. 이때 두 물체의 온도가 같아지면 더 이상 온도 변화가 일어나지 않는다. 주머니 속의 손난로는 왜 식는 것일까?

계절에 따라 나무의 모습이 변하는 것은 계절에 따라 기온이 변하기 때문이다. 나무와 마찬가지로 우리의 생활도 온도의 영향을 많이 받는다. 온도와 열은 어떤 관계가 있을까? 또 열은 어떤 방법으로 이동할까?

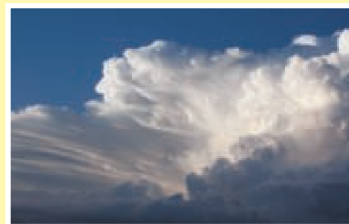






전도

뜨거워진 다리미에서 옷으로 열이 이동하면서 옷이 다려진다. 열은 다리미에서 옷으로 어떻게 이동할까?



대류

액체나 기체에서는 물질을 이루는 분자들이 직접 이동하여 열이 전달된다. 지구 주변의 대기도 이와 같은 방식으로 순환하는데, 열이 이렇게 전달되는 이유는 무엇일까?

복사

태양과 지구 사이에는 아무런 물질이 없어도 열이 전달된다. 이러한 열전달의 특징은 무엇일까?



1-1 온도

-12 ℃ 서울
-6 ℃ 강릉
-7 ℃ 울릉
-11 ℃ 청주
-10 ℃ 대전
-7 ℃ 대구
-8 ℃ 전주
-6 ℃ 부산
-8 ℃ 광주
-2 ℃ 제주



학습 목표

- 온도를 분자 운동으로 설명할 수 있다.
- 온도가 우리 생활에 미치는 영향을 설명할 수 있다.



영희는 어머니가 메어 준 목도리 덕분에 추운 하루를 따뜻하게 보낼 수 있었다. 이처럼 우리의 생활은 그날의 온도에 따라 달라지기도 한다. 그래서 사람들은 일기 예보를 통해 날씨에 대비한다.

일기 예보에서는 다음 날의 날씨와 온도를 예측하여 알려준다. 그렇다면 온도는 무엇이고, 어떻게 나타낼까?

우리는 피부 감각을 통해 물체의 차고 뜨거운 정도를 판단하지만 사람마다 그 느끼는 정도가 다르기 때문에 정확하지 않다. 그래서 물체의 차고 뜨거운 정도를 정확하게 수치로 나타내는데 이러한 물리량을 **온도**라고 한다.

우리가 보통 일상생활에서 사용하는 온도는 **섭씨온도**이다. 섭씨온도는 1기압에서 물이 어는 온도를 0℃, 물이 끓는 온도를 100℃로 정하고 그 사이를 100 등분하여 나타낸 것이다.



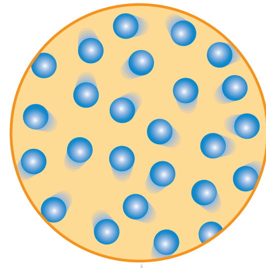
더 자세히

기온은 대기의 차고 더운 정도를, 체온은 몸이 차고 더운 정도를 수치로 나타낸 것이다.

그렇다면 온도가 높다는 것은 무슨 뜻일까?

모든 물질은 분자로 이루어져 있으며 분자들은 끊임없이 스스로 운동한다.

이때 분자 운동이 활발할수록 온도가 높다. 예를 들어, 50℃의 물속에 들어 있는 물 분자는 30℃의 물속에 들어 있는 물 분자보다 더 활발하게 운동한다. 따라서 온도는 물질을 이루는 분자의 운동이 활발한 정도를 나타내는 물리량이라고 할 수 있다.



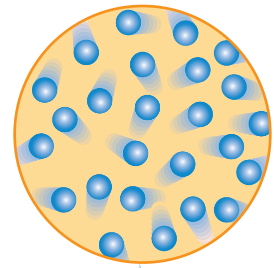


그림 Ⅴ-1 온도와 분자 운동





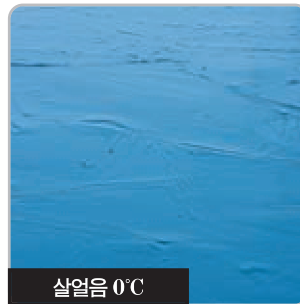










그림 Ⅴ-2 우리 주변의 다양한 온도_ 냉동 보존에 많이 사용되는 액체 질소의 온도는 −196℃이고, 철이 녹는 온도는 1,538℃이다. 이처럼 일상생활에서 우리가 경험하는 온도의 범위는 매우 넓다.

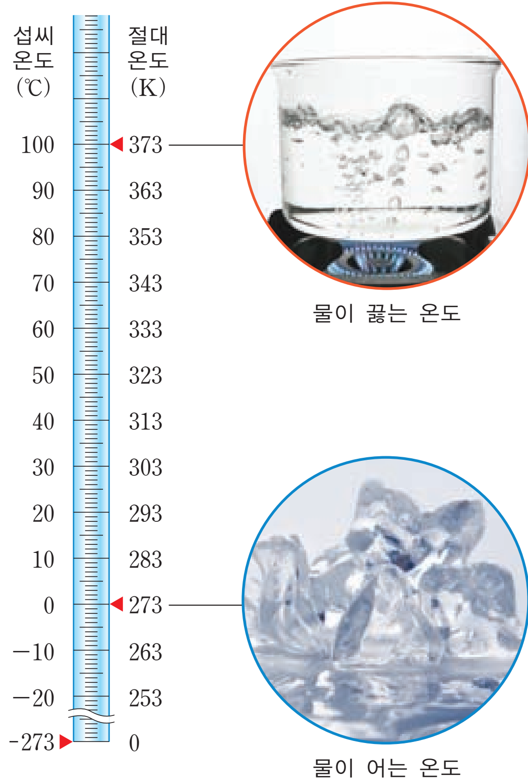


그림 Ⅴ-3 섭씨온도와 절대 온도_ 눈금 간격이 서로 같다.

분자 운동이 활발한 정도를 나타낸 물리량이 온도라면 분자 운동의 정도가 가장 작은 상태에서 온도가 가장 낮다고 할 수 있는데, 이때의 온도를 0 K(켈빈)으로 정한 온도를 **절대 온도**라고 한다. 과학이나 기술 분야에서는 주로 절대 온도를 많이 사용한다. 절대 온도와 섭씨온도 사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

절대 온도(K) = 섭씨온도(℃) + 273

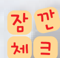
따라서 물의 어는 온도인 0℃를 절대 온도로 나타내면 273 K이고 절대 온도의 눈금 간격은 섭씨온도와 같다.

또한 0 K은 −273℃로 분자 운동의 정도가 가장 작은 상태이므로 어떤 물체의 온도도 이보다 낮을 수는 없다. 하지만 아무리 온도가 높아지더라도 분자 운동은 온도가 높아지는 만큼 얼마든지 활발해질 수 있으므로 가장 높은 온도란 존재하지 않는다.

온도는 우리 생활과 밀접한 관련이 있으며, 온도의 높고 낮음에 따라 우리의 생활 방식은 많이 달라진다.

더운 여름이 되면 사람들은 찬 음식을 즐겨 먹고, 얇은 옷을 입으며, 건물 내부의 온도를 낮추기 위하여 냉방기를 가동한다. 반대로 추운 겨울에는 따뜻한 음식을 즐겨먹고, 두꺼운 옷을 입으며 건물 내부의 온도를 높이기 위하여 난방기를 가동한다.

이렇듯 온도는 우리의 의식주 생활과 매우 밀접하게 관련되어 있다. 특히, 우리가 일기 예보를 들을 때 기온에 많은 관심을 갖게 되는 이유는 우리의 몸이 항상 공기와 접촉해 있으면서 더위나 추위를 느끼기 때문이다.



물이 어는 온도는 몇 ℃인가?

자기 주도 학습

개념 확인하기

물체의 온도가 높다는 것과 낮다는 것을 분자 운동과 관련지어 설명해 보자.

응용 문제 해결하기

섭씨온도 20℃를 절대 온도로 나타내어 보자.

과학과 기술 연관 짓기

용광로와 같이 매우 뜨거운 곳의 온도는 어떻게 측정하는지 조사해 보자.

남극 펭귄과 북극곰


남극 펭귄

우리는 종종 뉴스나 신문 등의 대중 매체를 통해 남극이나 북극에 관한 소식을 듣곤 한다. 직접 가 보지는 못했지만 우리가 상상하는 남극과 북극은 모두 눈과 얼음으로 뒤덮여 있는 매우 추운 곳이다. 그렇다면 남극과 북극 중 어디의 온도가 더 낮을까?

북극은 주변에 있는 바다와 저위도에서 흘러들어 오는 따뜻한 해류의 영향을 받는다. 얼음 덩어리에 비해 상대적으로 온도가 높은 바다에서 상승하는 따뜻한 공기의 흐름으로 겨울에는 −30℃ 아래로 내려가지만, 여름에는 10℃ 정도로 비교적 따뜻한 편이다.

한편, 남극은 한겨울에 해당하는 8월 말 무렵이 되면 내륙의 고원 지대는 기온이 −70℃ 가까이 내려간다. 역사상 최저 기온은 −89℃였다.

그래서 상대적으로 따뜻한 북극 근처에는 원주민이 거주하고 있지만, 남극에는 연구를 목적으로 거주하는 사람들 외에는 원주민이 거주하지 않는다. 남극의 혹한을 견디기가 그만큼 어렵기 때문이다. 현재 남극 대륙의 얼음은 전 지구 상의 얼음 중 88 % 정도를 차지하고 있으며, 두꺼운 얼음 층은 지구의 냉동 창고 역할을 하고 있다.

또한 남극에서는 펭귄을 볼 수 있고 북극곰은 북극 근처에서 서식한다. 왜 펭귄은 남극에서만 서식할까? 펭귄은 여러 종이 있으며 대부분 남극을 비롯한 남반구에서 살고 있다. 펭귄이 주로 남극에서 서식하고 있는 이유는 남극이 아메리카 대륙에서 분리되기 전에 서식하던 조류의 일부가 추위에 적응하여 현재의 펭귄으로 진화하였기 때문으로 보고 있다.

반면, 북극곰이 북극에서만 서식하게 된 것은 북극이 북반구의 대륙에서 가까운 곳이기 때문이다. 대륙에서 살던 곰이 북극으로 넘어가 서식하게 되었을 가능성이 매우 높다. 지금도 바다에 떠서 흘러가는 빙하를 타고 이동하는 북극곰이 있다고 하니 북극해 주변의 얼음덩어리는 북극곰의 이동 수단으로 볼 수 있다.

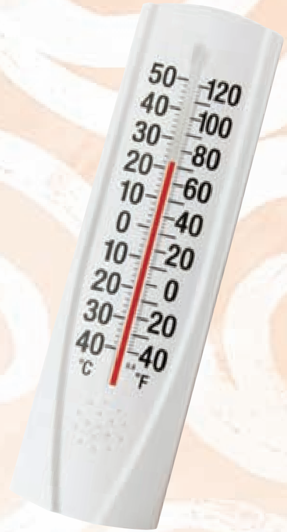

북극곰

1-2 열평형



학습 목표

- 온도와 열을 구분할 수 있다.
- 온도가 다른 물체가 열평형 상태에 도달하는 과정을 설명할 수 있다.



추운 겨울에 주머니 속에 손난로를 넣어 두면 차가워진 손을 녹일 수 있다. 손난로를 잡고 있으면 손이 따뜻해지는데 그 이유는 무엇일까? 또 시간이 지나면 처음에는 따뜻했던 손난로가 점점 차갑게 식는 것을 느낄 수 있는데 그 이유는 무엇일까?



열

온도는 물체의 차고 뜨거운 정도를 나타내는 물리량으로, 우리는 피부 감각을 통해 온도를 느낄 수 있다. 이때 온도가 낮은 물체를 만지면 차가움을 느끼고, 온도가 높은 물체를 만지면 뜨거움을 느낀다. 예를 들면, 온천이나 목욕탕에 가서 탕에 몸을 담글 때 찬물에 몸을 담그면 차갑다고 느끼고 반대로 따뜻한 물에 몸을 담그면 따뜻함을 느낀다. 이처럼 온도가 낮은 물체에 접촉했을 때 차갑게 느껴지는 이유는 체온이 처음보다 낮아지기 때문이고, 온도가 높은 물체에 접촉했을 때 따뜻하게 느껴지는 이유는 체온이 처음보다 높아지기 때문이다. 즉, 차갑거나 뜨거운 느낌은 접촉한 물체의 온도에 따른 체온의 변화 때문이다.

체온뿐만 아니라 온도가 다른 두 물체를 서로 접촉시키면 온도가 높은 물체의 온도는 낮아지고, 온도가 낮은 물체의 온도는 높아진다. 이것은 온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 에너지가 이동하기 때문이다. 이처럼 온도 차이에 의해 이동하는 에너지를 **열**이라고 하며, 이동한 열에너지의 양을 **열량**이라고 한다. 열량의 단위는 칼로리(cal)나 킬로칼로리(kcal)를 주로 사용한다.

1 kcal는 물 1 kg의 온도를 1℃ 높이는 데 필요한 열량이다. 물체는 열을 잃거나 얻으면서 온도가 변하므로 열은 물체의 온도를 변화시키는 원인이라고 할 수 있다.

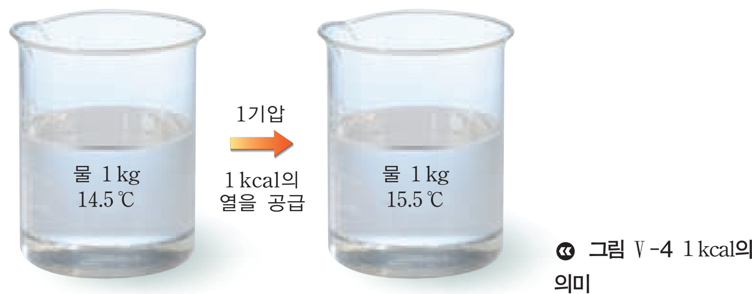


그림 Ⅴ-4 1 kcal의 의미

여기에서 열을 분자 운동과 관련지어 생각해 보자.

온도가 물체를 이루고 있는 분자들의 운동이 활발한 정도를 나타낸 물리량이라면 열은 분자 운동이 더 활발한 물체에서 덜 활발한 물체로 이동하는 에너지이다. 그러므로 열은 반드시 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동하며, 온도 차가 클수록 이동하는 열량이 많다. 예를 들면, 90℃와 80℃로 온도 차이가 10℃인 두 물체 사이에서 이동하는 열량보다 40℃와 10℃로 온도 차이가 30℃인 두 물체 사이에서 이동하는 열량이 더 많다. 즉, 두 물체 사이에서 이동하는 열량은 온도 차이가 클수록 많다.



더 자세히

열은 온도가 높은 곳에서 낮은 곳으로 이동한다. 이는 물이 항상 높은 곳에서 낮은 곳으로 흐르는 것과 같다.

이렇게 열이 이동하면 열을 잃은 물체의 분자 운동은 둔해지므로 온도가 낮아지고, 열을 얻은 물체의 분자 운동은 더 활발해지므로 온도가 높아진다.

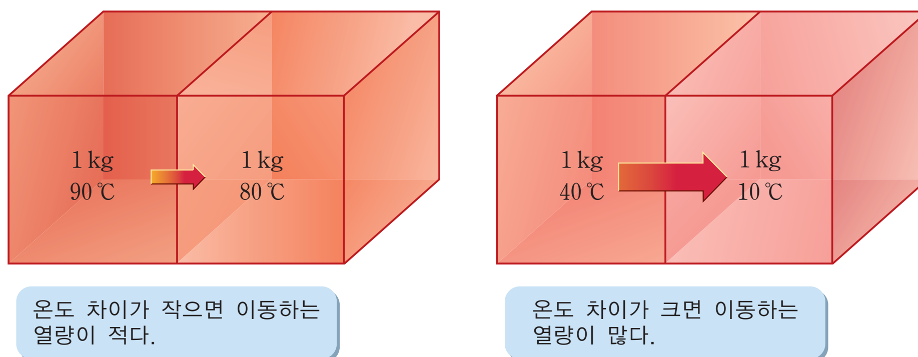


그림 Ⅴ-5 이동하는 열량의 비교



온도와 열은 어떻게 다른지 설명해 보자.

열평형

추운 겨울에 차가워진 손으로 따뜻한 손난로를 감싸면 높은 온도의 손난로는 에너지를 잃어 온도가 낮아지고 낮은 온도의 손은 에너지를 얻어 온도가 높아진다. 이때 손과 손난로의 온도가 서로 같아지면 더 이상 온도 변화가 일어나지 않는다. 이와 같이 두 물체의 온도가 같아져서 양방향으로 열의 이동이 균형을 이룬 상태를 **열평형**이라고 한다. 열평형 형태에서는 열의 이동이 없는 것처럼 보인다. 열평형 상태에 도달할 때까지 온도가 높은 물질이 잃은 열량은 온도가 낮은 물질이 얻은 열량과 같다.

스스로 해결하기

외부와 열의 출입이 없다면, 온도가 (   ) 물체가 잃은 열량은 온도가 (   ) 물체가 얻은 열량과 같다.



해 보기 열은 언제까지 이동할까? 실험

|과정|

❶ 작은 비커에 뜨거운 물을 100 mL 채우고, 큰 비커에 찬물을 200 mL 채운다.

❷ 뜨거운 물이 든 비커를 찬물이 든 비커 속에 넣고 아래 그림과 같이 온도계를 설치한 후 각각의 비커 속에 들어 있는 물의 처음 온도를 측정한다.

❸ 비커 속의 찬물과 뜨거운 물의 온도가 변하지 않을 때까지 1분 간격으로 계속하여 온도를 측정한 후 다음 표에 기록한다.

시간(분)	0	1	2	3	4	5	…
뜨거운 물의 온도(℃)							
찬물의 온도(℃)							

|결과|

1 뜨거운 물과 찬물의 온도가 변하는 이유에 대하여 설명해 보자.

2 온도가 같아진 후 더 이상 온도가 변하지 않는 이유를 설명해 보자.





※ 온도계의 구부가 비커 바닥에 닿지 않도록 한다.

우리가 흔히 접하는 대부분의 열 현상은 물질을 구성하는 분자들이 끊임없이 불규칙적으로 운동하기 때문에 나타난다.

온도가 높은 물체의 분자들은 온도가 낮은 물체의 분자들보다 더 활발하게 운동하므로 더 큰 에너지를 갖는다. 따라서 온도가 높은 물체와 온도가 낮은 물체를 접촉시키면 두 물체의 분자들이 서로 충돌하면서 온도가 높은 물체는 에너지를 잃어 분자 운동이 둔해지고, 온도가 낮은 물체는 에너지를 얻어 분자 운동이 더 활발해진다. 이와 같이 에너지를 주고받으면서 분자들의 에너지 차이가 점점 줄어들다가 두 물체를 이루는 분자들의 에너지가 같아지면 열평형 상태에 이르게 된다.



인터넷 속 과학 세상

온도 측정 원리에 따라 온도계를 분류해 보자.

검색	접촉식 온도계, 비접촉식 온도계

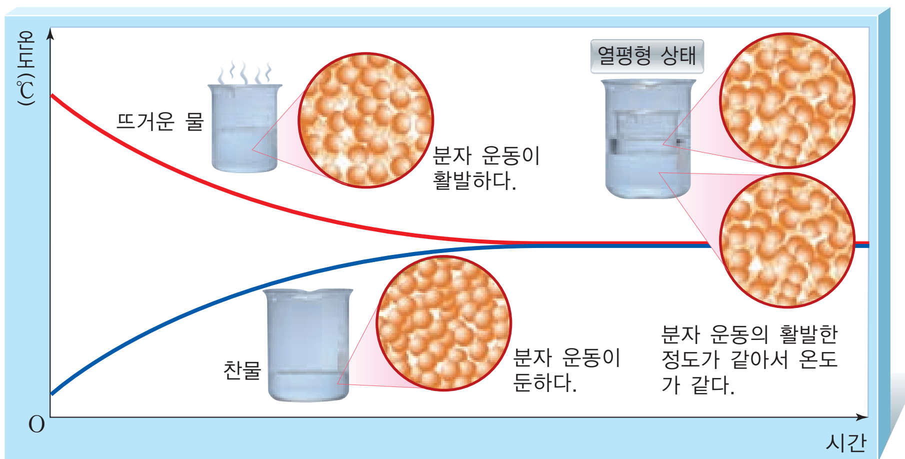


그림 Ⅴ-6 열평형 그래프_ 뜨거운 물은 온도가 낮아지고 찬물은 온도가 높아지다가 열평형 상태에 도달하면 더 이상 온도 변화가 없게 된다.

열평형을 이용한 예로는 온도계로 온도를 측정하는 것을 들 수 있다. 물체의 온도를 측정할 때에는 온도계를 물체와 접촉한 상태에서 잠시 기다려야 하는데, 이것은 온도계가 물체와 열평형 상태에 도달하는 데 걸리는 시간 때문이다.

추운 겨울날 운동장에 있는 철봉과 나무 의자의 온도는 어느 것이 더 낮을까? 철봉이나 나무 의자 모두 오랜 시간 동안 공기와 접촉하여 공기와 열평형 상태를 이루게 되므로 각각의 온도는 공기의 온도와 같다. 따라서 철봉의 온도가 더 낮을 것으로 생각하기 쉽지만 실제로 철봉과 나무 의자의 온도는 같다.

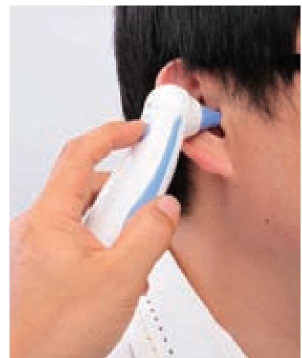


그림 Ⅴ-7 체온의 측정

자기 주도 학습

개념 확인하기

온도가 다른 두 물체를 접촉시켰을 때 열이 어느 방향으로 이동하는지 설명해 보자.

생활 속 문제 해결하기

오랫동안 문이 닫혀 있던 냉장고 안 음식들의 온도는 각각 어떠할지 예상해 보자.

과학과 기술 연관 짓기

물체에 직접 접촉하지 않고도 물체의 온도를 측정하는 장비를 조사해 보자.

1-3 열의 이동



학습 목표

- 열의 이동 방법을 알고 각각의 특징을 설명할 수 있다.
- 일상생활에서 열의 이동을 이용한 예를 들 수 있다.

열은 온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 이동한다. 열의 이동은 우리의 생활 주변에서도 이루어지고 있고, 넓게는 지구 전체 공간에서 이루어지고 있다.

다음은 어느 가정에서 볼 수 있는 여러 가지 열의 이동 현상을 나타낸 것이다. 각각의 경우에 열은 어떤 방법으로 이동하는지 알아보자.

냉장고 안에서 찬 공기는 어떻게 이동할까?

물이 끓을 때 물속에서 열은 어떻게 이동할까?

난로와 사람 사이에서 열은 어떻게 이동할까?

프라이팬 위의 고기는 어떻게 익을까?



탐구 활동 고체와 액체에서 열의 이동

실험·관찰

목·표

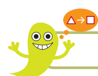
고체와 액체에서 열의 이동 방법을 설명할 수 있다.

준·비·물

열전도 실험 기구, 알코올램프, 초, 이쑤시개, 물, 비커, 삼발이, 톱밥, 세라믹 쇠그물, 장갑

유·의·점

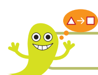
1. 촛농을 떨어뜨리거나 물을 가열할 때 화상을 입지 않도록 주의한다.
2. 톱밥이 물속에 가라앉을 수 있게 물을 저어준 후 실험한다.



과정 A: 고체에서 열의 이동

❶ 굵기와 길이가 같은 철과 구리, 알루미늄 막대가 꽂혀 있는 열전도 실험 기구를 설치한다.
❷ 세 금속 막대에 일정한 간격으로 촛농을 떨어뜨린 후 이쑤시개를 촛농에 꽂아 세운다.
❸ 세 금속 막대가 모여 있는 부분을 알코올램프로 가열한다.

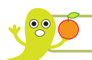




과정 B: 액체에서 열의 이동

❶ 비커에 물을 넣고 적당량의 톱밥을 물속에 넣는다.
❷ 알코올램프로 비커의 한쪽 아랫면을 가열한다.
❸ 물이 가열되는 과정에서 톱밥의 움직임을 관찰한다.





결과

1 과정 A의 세 금속 막대에서 열은 어떤 방향으로 이동하는가?

2 과정 A의 세 금속 막대 중 어느 것이 열을 더 빨리 전달하는가?

3 과정 B에서 물을 가열했을 때 톱밥은 어떻게 움직이는가?



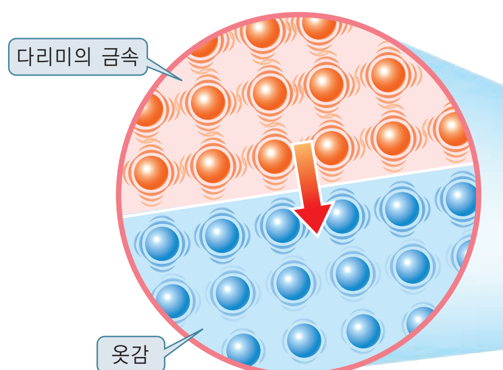
해석

1 금속 막대에서 열은 어떤 방법으로 이동하는가?

2 톱밥이 움직이는 이유를 물에서의 열의 이동과 연관지어 설명해 보자.

전도

뜨겁게 달구어진 다리미의 분자들은 매우 활발히 운동한다. 옷감에 다림질을 하면 다리미의 분자들과 옷감의 분자들이 서로 접촉하여 충돌이 일어나게 된다. 이때 분자 운동이 활발한 다리미로부터 분자 운동이 상대적으로 둔한 옷감으로 열이 이동한다. 이와 같이 서로 접촉한 물체 사이에서 분자들의 충돌에 의해 온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 열이 이동하는 것을 **전도**라고 한다.



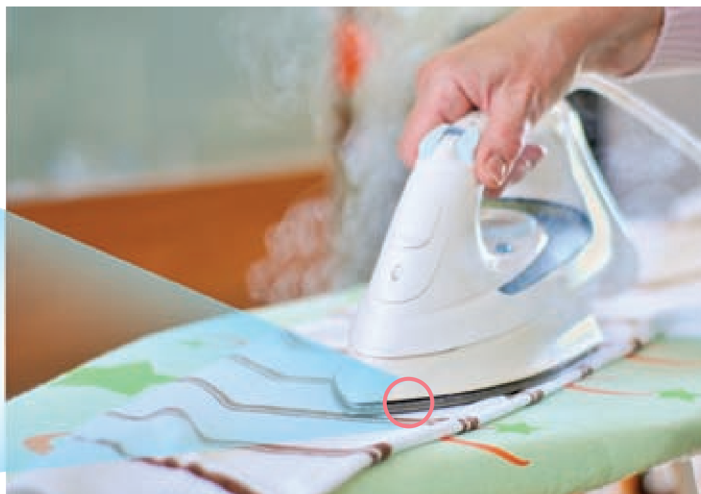


그림 Ⅴ-8 열의 전도_ 물체를 이루는 분자들이 이웃한 분자들과 연속적인 충돌에 의해 열이 전달된다.

전도는 물질이 직접 이동하는 것이 아니라 물질을 이루고 있는 분자들의 에너지가 차례로 이웃한 분자들로 전달되는 것이다.

이러한 전도는 주로 고체에서 일어나는 열의 이동 방법이다. 뜨거운 국이 담긴 그릇에 국자를 넣었을 때 국자가 점점 뜨거워지는 현상이나 음료수가 들어 있는 캔을 얼음물에 넣었을 때 캔이 차가워지는 것도 전도에 의한 열 이동의 예이다.

우리 주변에는 열을 잘 전도하는 물질이 있고, 잘 전도하지 못하는 물질도 있다.

예를 들어 철, 구리, 알루미늄 등과 같은 금속은 열을 잘 전도하지만 공기, 나무, 플라스틱, 스타이로폼 등과 같은 물질은 열을 잘 전도하지 못한다. 그래서 프라이팬에 음식을 넣고 가열할 때 프라이팬은 매우 뜨거워서 손으로 만지기 어렵지만, 플라스틱 손잡이는 손으로 잡을 수 있다. 또 겨울철 운동장의 철봉이나 나무 의자는 공기와 열평형을 이루어 온도가 같지만, 손으로 만져 보면 나무 의자보다 철봉이 손으로부터 열을 더 빨리 빼앗아 가므로 더 차갑게 느껴진다.

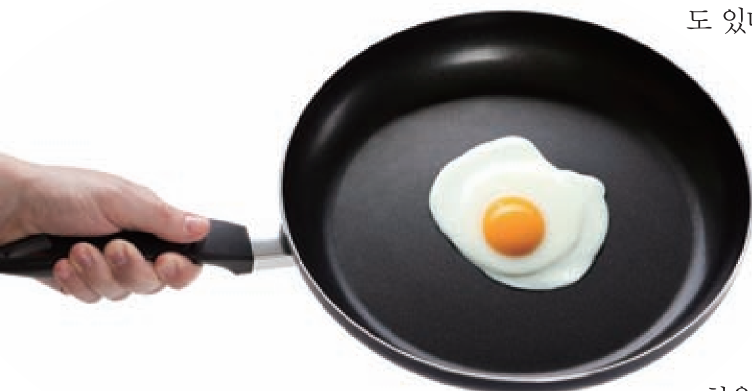


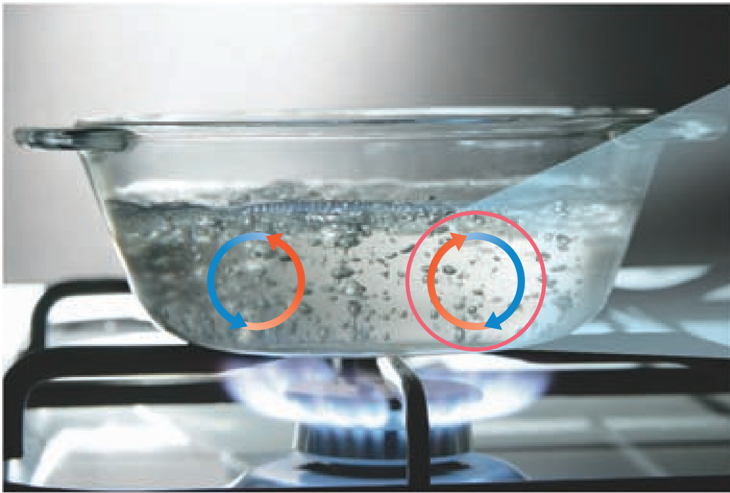
그림 Ⅴ-9 프라이팬 손잡이_ 열의 전도를 막기 위해 플라스틱 재질로 만든다.

대류

찬물이 들어 있는 냄비를 가스레인지에 올려놓고 가열하면 냄비 안의 물이 순환하면서 물 전체가 골고루 데워진다. 즉, 열을 많이 받은 아래쪽 물은 온도가 높아져 위로 올라가고 열을 적게 받은 위쪽의 물은 상대적으로 온도가 낮아 아래로 내려가면서 물의 순환이 일어난다. 이와 같이 액체나 기체가 순환하면서 열이 전달되는 현상을 **대류**라고 한다.

대류는 액체나 기체를 이루는 분자들이 직접 이동하여 에너지가 전달되는 현상이다.

> **스스로 해결하기**
> 열의 이동 방법에는 (　　), (　　), 복사가 있다.



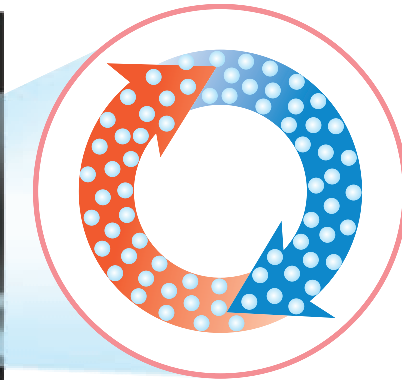


그림 Ⅴ-10 물의 대류_ 물 분자들이 전체적으로 순환하면서 열이 이동한다.

가정에서 냉방을 위해 설치한 에어컨도 대류를 이용한 것이다.

일반적으로 실내에서 냉방을 할 때 에어컨은 위쪽에 설치한다. 이것은 차가운 공기가 아래로 내려오고, 아래의 따뜻한 공기가 위로 올라가서 방 안 전체가 대류에 의해 시원해지도록 하기 위한 것이다.

대류에 의한 열의 이동은 넓게는 지구의 대기나 바다에서도 일어난다. 태양열을 많이 받는 저위도 지방은 에너지가 남고, 태양열을 적게 받는 고위도 지방은 에너지가 부족하다. 따라서 대기나 해양의 대류에 의해 저위도 지방의 남는 에너지가 고위도 지방으로 이동하여 골고루 퍼지게 된다. 또한 대기나 해수는 대류에 의해 순환하면서 다양한 기상 현상을 일으킨다.

그림 Ⅴ-11 기상 현상

복사

우리를 비롯하여 지구 상의 모든 생물은 태양으로부터 전달되는 에너지에 의존하여 살아가고 있다. 이 에너지는 태양과 지구 사이의 빈 공간을 통하여 빛의 형태로 전달되는데, 이렇게 중간에 물질을 통하지 않고 직접 열에너지가 전달되는 현상을 **복사**라고 한다.

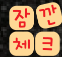


그림 Ⅴ-12 전열기에 의한 복사

우리가 추운 겨울날 전열기 앞에서 따뜻함을 느낄 수 있는 것도 복사 때문이다.

또한 사람이나 동물, 난방 중인 건물 등에서도 복사의 형태로 에너지가 방출된다. 이때 방출되는 빛은 사람의 눈으로 볼 수 없는 적외선 영역이다. 그러나 적외선 카메라를 이용하면 이를 관찰할 수 있다. 사람들이 많이 모여 있으면 훈훈한 느낌이 드는 것도 사람의 몸에서 방출된 복사 에너지 때문이다.

복사는 물질을 거치지 않고 직접 열에너지가 전달되므로 전도나 대류보다 열이 훨씬 빠르게 전달되는 특징이 있다.



난로 앞을 다른 사람이 가리면 덜 따뜻하게 느껴지는 이유는 무엇인가?



그림 Ⅴ-13 건물에서 방출되는 복사 에너지



그림 Ⅴ-14 사람에서 방출되는 복사 에너지

자기 주도 학습

개념 확인하기

고체에서 열은 주로 어떤 방식으로 이동하는지 설명해 보자. 또 액체와 기체에서는 주로 어떤 방식으로 열이 이동하는지 설명해 보자.

생활 속 문제 해결하기

냉장고 내부에서 찬 공기는 어떻게 움직이는지 알아보고, 그 이유를 설명해 보자.

과학과 공학 연관 짓기

인공위성은 반짝이는 금속막으로 감싸여 있다. 그 이유를 열의 이동과 관련지어 설명해 보자.

온돌

우리나라의 전통적인 난방 방식인 온돌은 열의 이동 방법인 전도, 대류, 복사를 모두 이용한 매우 과학적인 난방 시설이다. 온돌은 방바닥 밑에 구들이라는 넓적한 돌을 깔고 아궁이에서 불을 지펴 방바닥을 데우는 구조로 되어 있다.

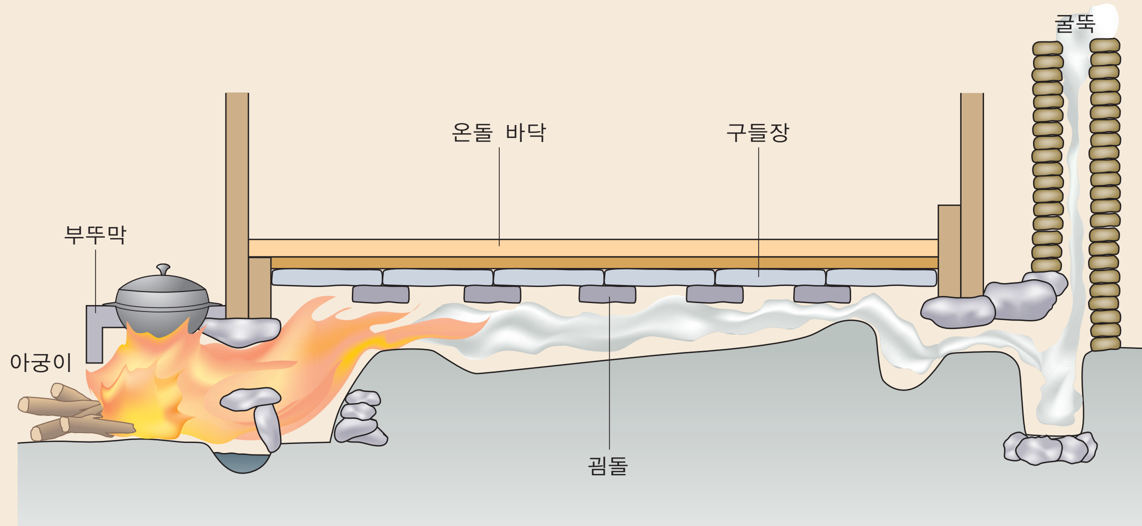
아궁이에서 불을 지피면 뜨거운 불과 연기가 통로를 데우고, 여기서 발생한 복사열에 의해 돌로 만들어진 구들장이 데워진다. 이때 가열된 구들장은 전도에 의해 방바닥으로 열을 전달하는데, 방바닥에 누워 있으면 방바닥의 열이 우리 몸에 전달되어 몸이 따뜻해진다.

온돌은 구조적으로 온도가 더 높은 아랫목과 온도가 낮은 윗목이 생기는데, 아랫목 주위의 따뜻한 공기는 위로 올라가고 윗목 주위에서 찬 공기가 내려오면서 대류에 의해 방 안 전체가 따뜻해진다.

또한 온돌 바닥 아래에 있는 구들은 한번 데워지면 오랜 시간 동안 방바닥을 데워 주기 때문에 우리 조상들은 추운 겨울에도 따뜻하게 지낼 수 있었다.



아궁이



온돌의 구조

2 열의 이용

≫ 중단원 미리 보기

비열

음식을 뚝배기와 금속 냄비로 데울 때 어떤 차이가 있을까?


뚝배기


금속 냄비

우리는 맛있는 음식을 조리하기 위해 열을 이용하고, 열에 의해 물질이 팽창하거나 수축하는 현상을 생활에 이용하기도 한다. 또한 난방 장치로 실내 온도를 높이기도 하고, 에어컨으로 실내 온도를 낮추기도 하며, 다양한 장치로 열을 차단하기도 한다. 열에너지는 우리 생활에 어떤 영향을 미칠까?


철로의 이음새


다리의 이음새

열팽창

길게 뻗은 철로나 강, 바다 위에 건설된 긴 다리에는 이음새가 있다. 이러한 이음새를 만들어 놓은 이유는 무엇일까?


에어컨

단열재


보온병

열에너지의 이용

열의 이동을 이용하면 주변 공기를 차갑게 할 수도 있고, 열을 잘 차단하면 뜨거운 물을 오랫동안 보관할 수도 있다.

우리 주변에서 발생하는 열은 어떻게 이용될까?

2-1 비열



학습 목표

- 물체에 따라 비열이 다름을 설명할 수 있다.
- 질량이 같은 두 물체의 비열을 비교할 수 있다.
- 비열이 다르기 때문에 나타나는 현상의 예를 들 수 있다.



가정이나 식당에서 찌개나 탕과 같은 음식을 끓일 때 종종 뚝배기를 사용한다. 뚝배기는 금속 냄비와 달리 쉽게 데워지지 않지만, 일단 데워지면 잘 식지 않아 오랜 시간 동안 따뜻한 음식을 먹을 수 있기 때문이다. 금속 냄비와 뚝배기처럼 우리 주위에는 같은 열을 받아도 온도 변화가 다르게 나타나는 물질들이 있다. 그 이유는 무엇일까?

뚝배기는 금속 냄비보다 천천히 뜨거워지고 천천히 식는다. 이것은 뚝배기가 금속 냄비에 비해 온도 변화가 잘 일어나지 않기 때문이다. 이와 같이 물질마다 온도 변화가 다른 것은 **비열**이 다르기 때문이다. 여기서 비열은 어떤 물질 1 kg의 온도를 1℃ 높이는 데 필요한 열량을 말한다. 따라서 비열은 다음과 같이 구하며, 단위는 kcal/(kg·℃)를 주로 사용한다.

$$\text{비열} = \frac{\text{열량(kcal)}}{\text{질량(kg)} \times \text{온도 변화(℃)}}$$

위의 식을 이용하면 어떤 물질이 얻거나 잃은 열량을 그 물질의 비열을 써서 나타낼 수 있다. 또한, 물질의 질량이 같다면 같은 열량을 가했을 때 비열이 작을수록 온도 변화가 크고 비열이 클수록 온도 변화가 작게 나타난다는 사실도 알 수 있다.

그렇다면 물질에 따라 비열이 어떻게 다른지 알아보자.

물의 비열
물의 비열은 1 kcal/(kg·℃)인데 이는 물 1 kg의 온도를 1℃ 높이는 데 1 kcal의 열이 필요하다는 의미이다.

열량
비열이 c이고 질량이 m인 물체의 온도를 t만큼 변화시킬 때 필요한 열량 Q는 다음과 같다.
$Q=c\times m\times t$



탐구 활동 질량이 같은 두 물질의 비열 비교

실험·관찰(동영상)

목·표

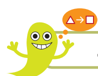
질량이 같은 두 물질의 비열을 비교할 수 있다.

준·비·물

스탠드, 핫플레이트, 저울, 비커, 온도계, 초시계, 단열 장갑, 물, 모래

유·의·점

1. 온도계의 구부가 비커 바닥에 닿지 않도록 하고 비커 바닥으로부터 같은 높이가 되도록 설치한다.
2. 가열 장치에 의해 화상을 입지 않도록 주의한다.
3. 모래의 종류나 모래에 섞인 수분의 양 등 여러 가지 이유로 실험 결과가 달라질 수 있다.



과정

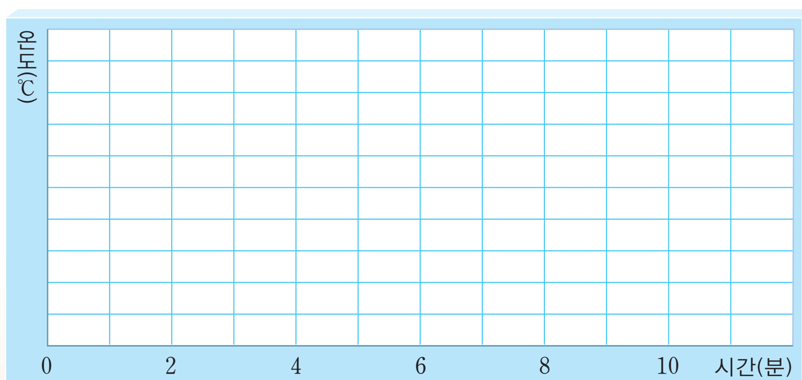
❶ 물과 모래를 각각 200 g씩 넣은 두 비커의 중심 부분에 온도계를 설치한다.
❷ 두 비커를 핫플레이트 위에 올려놓고 동시에 가열한다.
❸ 2분 간격으로 물과 모래의 온도를 측정하여 기록한다.



결과

1 물과 모래의 온도 변화를 시간에 따라 표와 그래프로 나타내 보자.

시간(분)	0	2	4	6	8	10
물(℃)						
모래(℃)						



2 같은 열량을 가했을 때 온도 변화가 더 큰 물질은 어느 것인가?

3 물과 모래 중 비열은 어느 것이 더 큰가?



해석 창의·인성

1 같은 열량을 가했을 때 온도 변화가 물질마다 다른 이유는 무엇인가?

2 같은 물질에 열을 가할 때 온도 변화는 질량과 어떤 관계가 있는가?



한 걸음 더

물과 식용유를 준비하여 위의 실험을 반복해 보고, 물과 식용유의 비열의 크기를 비교해 보자.





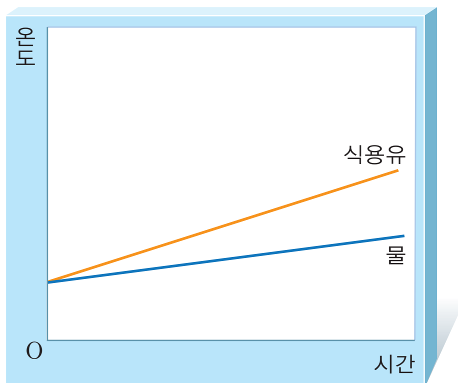


그림 Ⅴ-15 비열 차이에 의한 온도 변화

어떤 물질을 가열할 때 그 물질의 온도는 시간에 비례해서 높아진다. 하지만 각 물질의 비열이 서로 다르므로 다른 물질을 같은 시간 동안 가열하면 시간에 따른 온도 변화가 다르게 나타난다. 즉, 비열이 작은 물질은 비열이 큰 물질보다 온도 변화의 폭이 크다. 예를 들어 질량이 같은 물과 식용유에 같은 열량을 가하면 식용유의 온도 변화가 더 크게 나타나는데, 이는 식용유의 비열이 더 작기 때문이다.

일반적으로 상온에서 고체는 액체에 비해 비열이 작다. 예를 들어, 철의 비열은 물의 약 $\frac{1}{10}$배이므로 같은 질량의 물과 철에 똑같은 열을 가하면 물의 온도가 1℃만큼 변할 때 철의 온도는 약 10℃만큼 변한다.

비열은 물질의 특성으로서, 물질들마다 고유한 값을 가지므로 비열을 이용하면 물질을 구별할 수 있다.


잠깐 체크 물 1 kg과 유리 1 kg에 똑같은 열을 가했을 때 어느 것의 온도가 더 많이 올라갈까?

물 1.00 kcal/(kg·℃)

알코올 0.58 kcal/(kg·℃)

식용유 0.40 kcal/(kg·℃)

알루미늄 0.22 kcal/(kg·℃)

유리 0.20 kcal/(kg·℃)

모래 0.19 kcal/(kg·℃)

철 0.11 kcal/(kg·℃)

구리 0.092 kcal/(kg·℃)

은 0.056 kcal/(kg·℃)

그림 Ⅴ-16 여러 가지 물질의 비열

비열과 우리 생활

우리는 주변에서 비열과 관련 있는 여러 가지 현상을 경험할 수 있다.

바다에서 육지로 부는 바람을 **해풍**이라고 하고, 육지에서 바다로 부는 바람을 **육풍**이라고 한다. 그런데 해풍은 주로 낮에 불고, 육풍은 주로 밤에 분다. 낮에는 태양열에 의해 비열이 작은 육지의 온도가 빨리 올라가고, 비열이 큰 바닷물의 온도는 천천히 올라간다. 따라서 빨리 데워진 육지 쪽의 공기는 위로 올라가는데 이때 데워진 공기가 빠져나간 공간을 채우기 위해 바다에서 육지로 공기가 이동하므로 해풍이 분다.

밤이 되면 육지가 빨리 식고 바닷물이 천천히 식으므로 낮과는 반대로 육풍이 분다. 내륙 지방은 해안 지방에 비해 연간 기온 차가 큰데, 이 또한 육지와 바닷물의 비열이 다르기 때문에 나타나는 현상이다.

> **스스로 해결하기**
>
> 아래 문장 중 틀린 곳에 밑줄을 긋고, 알맞게 고쳐 보자.
>
> 비열은 물질마다 다른 고유한 값으로 일반적으로 고체보다 액체의 비열이 작다.

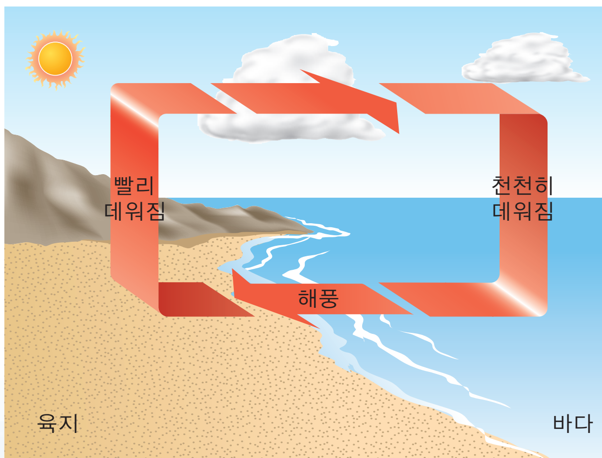


그림 Ⅴ-17 **해풍**_ 낮 동안 바람은 바다에서 육지로 분다.

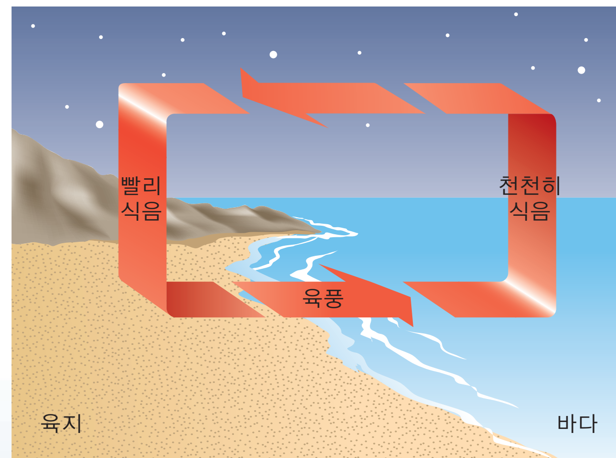
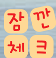


그림 Ⅴ-18 **육풍**_ 밤 동안 바람은 육지에서 바다로 분다.

한편, 뜨거운 여름날 태양이 내리쬐는 해수욕장의 모래는 뜨겁지만 바닷물은 차갑다. 그러나 밤이 되면 오히려 바닷물보다 모래가 더 차가워진다. 이는 모래의 비열이 물보다 작아서 모래가 물보다 빨리 뜨거워지고 빨리 식기 때문이다.

비열의 차이가 바람의 방향도 바꿀 수 있구나.



해풍과 육풍이 부는 이유는 무엇인가?



우리는 비열이 큰 물질을 일상생활에서 유용하게 사용한다. 특히 물은 다른 물질에 비해 비열이 매우 큰 편이다. 따라서 물은 한번 데워지면 잘 식지 않고 차가워지면 오랫동안 차가운 상태를 유지하므로, 보일러와 같은 난방 장치 또는 자동차나 기계의 냉각 장치 등에 많이 사용된다.

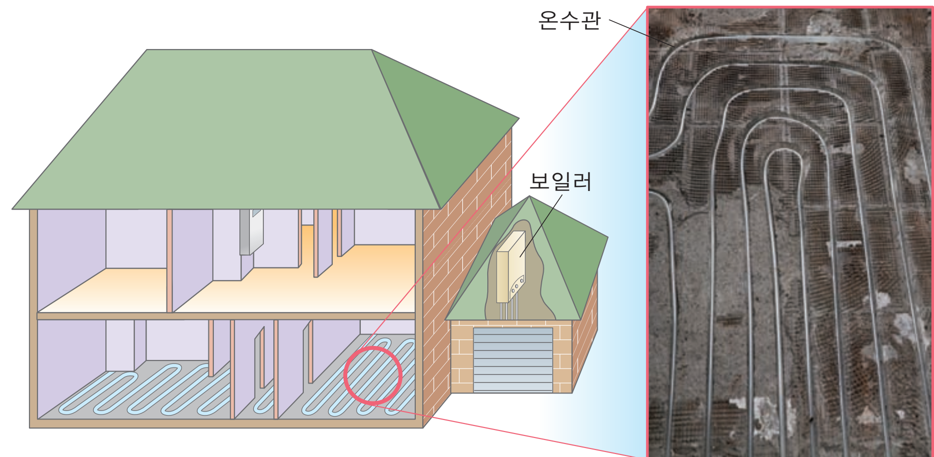


그림 Ⅴ-19 보일러와 온수관_ 비열이 큰 물을 이용하여 오랫동안 따뜻한 상태를 유지할 수 있고, 온수관의 길이가 길수록 난방 효과가 좋다.

과거 우리 조상들도 비열의 원리를 이용하였다. 특히 집을 지을 때 나무나 흙을 많이 사용하였는데 이렇게 지은 집은 오늘날의 금속이나 콘크리트로 지은 집에 비해 겨울에는 따뜻하고 여름에는 시원함을 유지할 수 있다. 나무나 흙은 비열이 커서 겨울에는 쉽게 차가워지지 않고 여름에는 쉽게 데워지지 않기 때문이다. 따라서 우리의 전통 가옥은 매우 과학적인 건축물이라고 할 수 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

뜨거운 밥을 쇠 그릇과 사기그릇에 똑같이 담을 때 쇠 그릇이 더 빨리 뜨거워지는 이유는 무엇일까?

생활 속 문제 해결하기

일상생활에서 비열이 큰 물질 또는 작은 물질을 사용해야 좋은 경우의 예를 찾아보자.

생각 확장하기

달 표면에서 낮과 밤의 온도는 어느 정도인지 알아보고, 비열과 관련지어 온도 차이를 설명해 보자.

STEAM 융합

가마솥의 비밀



시골의 전통 가옥이나 토속 음식을 파는 음식점에서는 커다란 가마솥을 이용하여 밥을 짓는다. 가마솥은 철로 만들어져 쉽게 가열되므로 아래쪽은 밥이 타고 위쪽의 밥은 설익을 것 같은데, 많은 양의 밥을 해도 골고루 잘 익어 밥이 찰지고 맛있다. 그 이유는 무엇일까?

먼저 가마솥은 다른 솥에 비해 상당히 무겁다는 데 그 비밀이 있다. 질량과 비열을 곱한 것을 열용량이라고 하는데, 열용량이 클수록 온도 변화가 잘 일어나지 않는다. 가마솥은 비열이 작은 편이지만 매우 무거워서 열용량이 크다. 따라서 열을 가하더라도 천천히 뜨거워지므로 오랫동안 높은 온도를 유지할 수 있다. 또 우리나라 전통 가마솥 뚜껑의 무게는 전체의 $\frac{1}{3}$이 될 정도로 무거운데, 무거운 뚜껑은 수증기가 잘 빠져나가지 못하게 하여 내부의 압력을 높이는 역할을 한다. 내부 압력이 높으면 물이 100℃보다 높은 온도에서 끓게 되므로 쌀을 잘 익힐 수 있으며, 뜸을 들일 때에도 높은 온도가 유지되어 밥맛을 좋게 한다.

가마솥의 구조도 가마솥 내부의 전체 온도를 일정하게 유지시키는 역할을 한다. 가마솥은 둥근 바닥 한가운데가 가장 두껍고 가장자리로 갈수록 얇아지는 입체적인 구조로 되어 있어 전도에 의해 열이 전달될 때 솥 내부로 골고루 열을 전달한다.

이렇듯 가마솥은 열과 관련된 여러 가지 원리가 복합적으로 적용된 매우 과학적인 도구라고 할 수 있다. 현재 대부분의 가정에서는 전기밥솥을 이용하여 밥을 짓는데 과거의 전기밥솥은 밑바닥만 가열하는 방식이었다. 하지만 최근에는 밥맛을 좋게 하고 다양한 종류의 밥맛을 내기 위해 열이 잘 전도되는 금속을 이용하거나 밥솥 둘레까지 가열하는 방식을 많이 이용한다. 이는 가마솥에 담긴 우리 조상의 슬기를 응용한 것이라고 볼 수 있다.

2-2 열팽창


학습 목표

- 물체가 열팽창하는 이유를 분자 운동 모형으로 설명할 수 있다.
- 물체에 따라 열팽창 정도가 다름을 설명할 수 있다.
- 열팽창의 활용을 예를 들어 설명할 수 있다.

강을 가로지르는 큰 다리는 보통 여러 개의 판으로 이어져 있는데 판과 판의 이음새에는 약간의 틈이 있다. 이러한 틈은 철로 이음새에서도 관찰할 수 있다. 틈이 있으면 자동차나 기차가 지날 때 덜컹거리는 소음이 발생하는 데에도 이렇게 장치하는 이유는 무엇일까?

다리나 철로를 이루고 있는 콘크리트나 철은 온도가 높은 여름에는 팽창하여 길이가 늘어난다. 따라서 약간의 틈을 두면 다리가 틀어지거나 철로가 휘는 것을 예방할 수 있다. 또한 전신주와 전신주 사이의 전깃줄은 조금 늘어져 있는데, 그 이유는 전깃줄이 너무 팽팽하게 되어 있으면 추운 겨울에 수축하여 길이가 줄어들면서 끊어질 수 있기 때문이다.


그림 Ⅴ-20 바이올린

바이올린이나 첼로와 같은 현악기는 온도가 조금만 변해도 줄이 늘어나거나 줄어들어 음이 달라지기도 한다. 이 때문에 연주자들은 연주하는 장소의 온도에 따라 악기의 음이 변하지 않도록 많은 신경을 쓴다.

이와 같이 물체가 열을 받아 온도가 올라가면 길이나 넓이, 부피가 늘어나면서 팽창하는 현상을 **열팽창**이라고 한다.



철로와 철로 사이의 틈은 여름과 겨울 중 언제 더 좁을까?



해 보기 고체의 열팽창

실험

|준비물| 쇠고리, 쇠구슬, 가스 토치, 면장갑



|과정|

❶ 쇠고리를 가열하지 않은 상태에서 쇠구슬을 쇠고리에 통과시켜 본다.

❷ 쇠고리를 가스 토치로 충분히 가열한 다음 쇠구슬을 쇠고리에 통과시켜 본다.

❸ 쇠고리는 그대로 두고 쇠구슬을 가스 토치로 가열한 다음 쇠구슬을 쇠고리에 통과시켜 본다.



|해석| 창의 · 인성

1 과정 ❶~❸에서 각각 쇠구슬이 쇠고리를 통과하는가?

2 쇠고리를 가열했을 때와 가열하지 않았을 때의 차이는 무엇일까?

3 과정 ❷와 ❸의 결과가 나타난 이유를 토의해 보자.

※ **유의점**
가열한 쇠고리 또는 쇠구슬에 화상을 입지 않도록 주의한다.

열팽창은 열을 받아 온도가 높아진 물체의 분자 운동이 더 활발해지면서 분자들이 더 넓은 공간을 차지하기 때문에 일어난다. 즉, 물체가 열을 받으면 분자 사이의 평균 거리가 더 멀어지므로 부피가 늘어난다.

고체의 경우 팽창하는 정도는 물질의 종류에 따라 다른데 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 몇 가지 고체 물질의 열팽창 정도를 나열하면 다음과 같다.

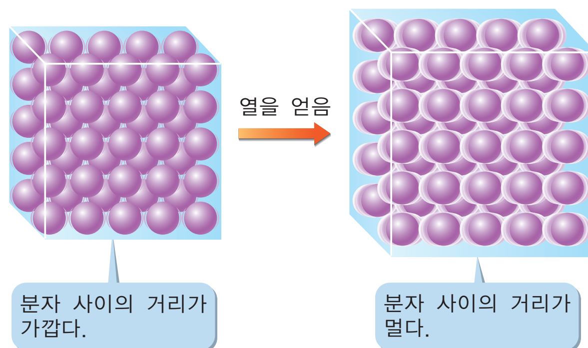
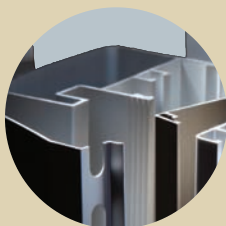


그림 Ⅴ-21 열팽창과 분자 운동

열팽창 정도가 작다. ········ 열팽창 정도가 크다.


유리


알루미늄


철


구리


은

그림 Ⅴ-22 고체의 열팽창



인터넷 과학 세상

여러 가지 액체의 열팽창 정도를 조사해 보자.

검색 액체의 열팽창

물이나 음료수를 병에 넣을 때에는 가득 채우지 않는다. 이것은 액체도 고체와 마찬가지로 온도가 높아지면 팽창하여 병이 깨질 수 있기 때문이다. 액체의 열팽창 정도는 고체보다 크기 때문에 액체를 가열하거나 냉각시키면 부피가 변하는 모습을 쉽게 볼 수 있다.

그림 Ⅴ-23 액체의 열팽창

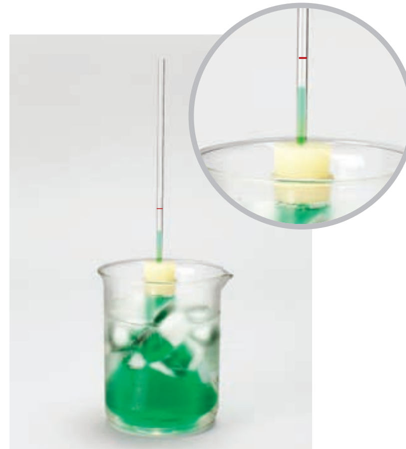


부피가 팽창하여 유리관의 물 높이가 높아진다.

가열



냉각



부피가 감소하여 유리관의 물 높이가 낮아진다.

열팽창 비교

일반적으로 물질의 열팽창 정도는 '고체<액체<기체' 순이다.

액체 역시 열을 받으면 분자들의 운동이 활발해져서 분자 사이의 평균 거리가 멀어지기 때문에 팽창하며, 팽창하는 정도는 물질의 종류에 따라 다르다. 알코올이나 수은은 온도 변화에 따라 팽창하는 정도가 다른 물질에 비해 크기 때문에 온도계에 많이 이용된다.

한편, 열기구는 기체의 열팽창을 이용한 비행 기구이다. 공기보다 가벼운 헬륨과 같은 기체를 거대한 풍선 안에 채운 후 가열하면 기체가 팽창하면서 부피가 커진다. 부피가 커지면 주위의 공기보다 가벼워지므로 위로 뜨는 힘을 받을 수 있다. 반대로, 풍선 안의 기체의 온도가 내려가면 무거워지면서 기구 전체의 무게에 의해 아래로 내려오게 된다.

그림 Ⅴ-24 열기구_ 기체의 열팽창을 이용한다.





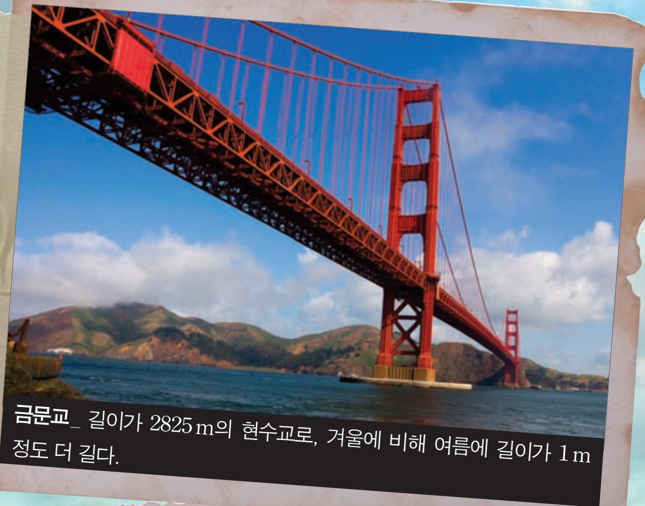
잠깐 체크 고체와 액체를 같은 온도만큼 변화시켰을 때 팽창하는 정도가 더 큰 것은 무엇인가?



열팽창과 우리 생활

온도가 변하여 물체의 부피가 늘어나거나 줄어드는 것을 이용한 예는 일상생활에서 매우 다양하다.

그림 Ⅴ-25 에펠탑_ 에펠탑은 높이가 320 m 정도이지만, 여름에는 열팽창에 의해 겨울보다 약 12 cm 더 늘어난다.



금문교_ 길이가 2825 m의 현수교로, 겨울에 비해 여름에 길이가 1 m 정도 더 길다.



가스관_ 아파트의 외벽에 설치된 가스관은 중간 부분이 구부러져 있는데, 이것은 가스관이 열팽창에 의해 여름철에 팽창하거나 겨울철에 수축하여 일어날 수 있는 파손에 대비하기 위한 것이다.



다리_ 철이나 콘크리트를 이용한 건물이나 다리는 열에 의한 수축이나 팽창을 고려하여 교각 이음새에 공간을 두어 설계한다.

그림 Ⅴ-26 계절에 따른 전깃줄의 모습_ 전깃줄은 더운 여름에는 팽창하여 늘어지고, 추운 겨울에는 수축하여 팽팽해진다.

전신주와 전신주 사이의 전깃줄에서도 열팽창 현상이 나타난다. 더운 여름날 구리로 된 전깃줄은 아래로 늘어져 있다. 이것은 전깃줄의 온도가 올라가면서 전깃줄이 팽창하여 길이가 길어지기 때문이다.

이러한 열팽창은 우리 생활 주변에서 작은 규모로 일어나기도 하지만 지구 전체적으로 일어나기도 한다. 예를 들어, 지구 온난화로 바닷물의 온도가 올라가면 열팽창에 의해 해수면이 상승할 수 있다. 바닷물의 온도가 올라가면서 바닷물의 분자 운동이 활발해지고, 분자 운동이 활발해지는 만큼 분자 사이의 거리가 증가하여 바닷물의 부피가 증가하는 것이다.

최근 우리나라 동해의 해수면도 과거에 비해 상승하였는데, 이것은 동해의 수온이 상승하였기 때문에 일어난 바닷물의 열팽창 효과로 볼 수 있다.

우리는 일상생활에서 열팽창 현상을 편리하게 이용하기도 한다.

유리병에 금속으로 된 병 뚜껑이 꽉 끼어 잘 열리지 않는 경우가 있다. 이때 유리병 전체를 뜨거운 물속에 담갔다가 열면 잘 열린다. 그 이유는 같은 열을 가했을 때 유리에 비해 금속의 팽창하는 정도가 커서 금속 뚜껑이 헐거워지기 때문이다.



그림 Ⅴ-27 유리병의 뚜껑이 잘 열리지 않는 경우_ 유리보다 금속의 열팽창 정도가 더 큰 것을 이용하여 열 수 있다.

일상생활에서 사용하고 있는 전열기, 전기밥솥, 전기다리미, 전기장판 등과 같은 전기 기구에는 자동으로 전원을 차단하는 자동 온도 조절 장치인 바이메탈이 들어 있는데, 바이메탈은 열팽창 정도가 서로 다른 금속을 응용하여 만든 것이다.



ⓐ 그림 Ⅴ-28 전열기



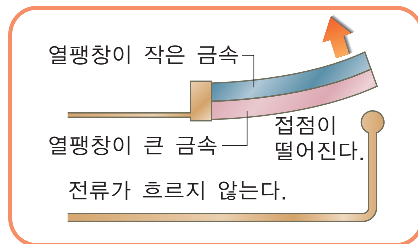
ⓐ 그림 Ⅴ-29 전기밥솥



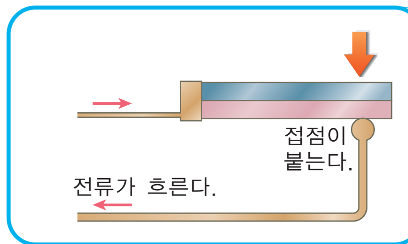
ⓐ 그림 Ⅴ-30 전기장판

바이메탈에 열이 가해져 온도가 높아지면 열팽창 정도가 큰 금속이 더 많이 늘어나므로 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 휘어지는 특성이 있다.

바이메탈이 이용되는 전기다리미의 경우 온도가 미리 정해진 온도 이상으로 올라가면 열팽창 정도가 작은 금속 쪽으로 바이메탈이 휘어진다. 이렇게 되면 접점이 떨어지면서 전류가 흐르지 못해 온도가 더 이상 올라가지 않는다. 그리고 온도가 내려가면 바이메탈이 펴지면서 접점이 붙게 되어 전류가 흐르므로 온도가 다시 올라가게 된다. 이와 같은 작동을 반복하면서 전기다리미는 일정한 온도를 유지하게 된다.



온도가 높을 때



온도가 낮을 때



ⓐ 그림 Ⅴ-31 전기다리미의 온도 조절(바이메탈의 원리)

자기 주도 학습

개념 확인하기	응용 문제 해결하기	과학과 공학 연관 짓기
고체나 액체가 열을 받으면 팽창하는 이유를 설명해 보자.	금속 고리를 가열하면 가운데 구멍의 크기는 더 커질까, 작아질까? 그 이유를 설명해 보자.	생활 주변에서 열팽창을 이용하는 예를 조사해 보고, 그 원리를 알아보자.

2-3 열에너지의 이용



학습 목표

- 일상생활에서 열에너지와 관련된 다양한 예를 찾을 수 있다.
- 우리 주변의 여러 가지 열 현상을 열의 이동 방법과 관련지어 설명할 수 있다.

열은 체온을 유지하거나 음식을 익히는 데 사용되기도 하고 냉난방과도 밀접한 관계가 있다. 또한 전 지구적으로 일어나는 열 현상은 지구의 기후를 변화시키는 원인이 되기도 하면서 우리 생활에 큰 영향을 미친다.

예를 들어, 지구 온난화로 해수가 팽창하고 빙하가 모두 녹는다면 바닷물의 높이가 높아져 많은 지역이 바닷물에 침수될 것이다.

이처럼 우리 생활과 밀접한 관계가 있는 열 현상을 다양한 예를 통해 알아보자.

열과 체온 유지

우리는 건강한 신체를 유지하고 활동하기 위하여 밥, 고기, 채소 등 다양한 음식을 규칙적으로 먹는다. 음식물에는 탄수화물, 단백질, 지방 등의 영양소가 들어 있는데, 우리 몸은 이러한 영양소를 분해하여 생활에 필요한 에너지를 만든다. 이때 영양소에 저장된 에너지 중 약 38 %는 생명 활동에 필요한 여러 가지 형태의 에너지로 이용되고, 나머지 62 %는 열에너지의 형태로 전환된다. 몸에서 발생하는 에너지는 체온을 일정하게 유지하는 데 사용된다. 즉, 사람은 체온이 내려가면 음식물로 섭취한 영양소를 분해하여 열을 발생시키고, 체온이 올라가면 땀을 분비함으로써 열을 외부로 방출하여 체온을 조절한다.

이처럼 체온 조절은 주위의 온도 변화에 따라 자동적으로 이루어지지만 우리는 경험적으로 여름에는 얇은 옷을 입고 겨울에는 두꺼운 옷을 입어 체온 조절을 돕기도 한다.



날씨가 추울 때 몸이 떨리는 이유는 무엇일까?



그림 Ⅴ-32 체온 조절을 위한 땀

이미지 사이언스 동물의 체온 조절

사람과 마찬가지로 동물도 주변의 온도 변화에 따른 체온 유지가 매우 중요하다. 그래서 비슷한 종의 동물이라도 기후와 환경에 따라 그 생김새나 생활 방식에 차이가 있다. 이러한 동물의 예로는 사막 여우와 북극 여우가 있다. 더운 지방에 사는 사막 여우는 큰 귀를 통해 열을 잘 방출하도록 진화하였고, 추운 지방에 사는 북극 여우는 귀가 작아 열을 잘 빼앗기지 않도록 진화하였다.

한편, 개구리나 뱀과 같은 변온 동물은 몸에서 열을 내는 방식으로 체온을 조절할 수 없기 때문에 날씨가 추워지면 따뜻한 굴이나 나무 밑, 땅속으로 이동하여 겨울잠을 잔다.



사막 여우



개구리



뱀



북극 여우

열에너지의 이용

일상생활에서 실내의 적정 온도를 유지하기 위해 사용하는 냉난방 기구는 대부분 대류 현상을 이용한다. 대류 현상에서 차가운 공기는 아래쪽으로, 더운 공기는 위쪽으로 이동하므로 에어컨은 보통 위쪽에, 난방용 라디에이터는 아래쪽에 설치하여 공기의 순환이 원활하도록 한다.

전기난로의 경우처럼 복사를 이용하여 난방을 하는 기구도 있다. 이때 전기난로를 다른 사람이 가리거나 전기난로에서 멀어지면 따뜻한 느낌이 덜한 것은 복사에 의한 열이 차단되거나 감소하기 때문이다.



더 자세히

천장에 설치된 온풍기는 위쪽에서 더운 공기가 나와 대류가 잘 일어나지 않으므로 비효율적이다.

주방에서 사용하는 조리용 그릇이나 도구들은 대부분 전도에 의한 열의 이동과 관련이 있다. 특히 직접 가열하여 음식을 익히는 용기는 대부분 금속으로 되어 있다. 금속은 비열이 작아 온도가 쉽게 올라가며 전도에 의해 열을 잘 전달시키기 때문이다.

반면에, 사람이 직접 접촉해야 하는 뚜껑이나 용기의 손잡이는 플라스틱과 같이 열이 잘 전도되지 않는 물질을 사용하는 것이 좋다.



잠깐 체크 난방용 라디에이터는 실내의 아래쪽에 설치한다. 그 이유는 무엇인가?





그림 Ⅴ-33 전도의 이용_ 금속 냄비는 열을 잘 전달하고, 플라스틱이나 나무 손잡이는 열의 전도를 막아 준다.



단열

우리는 일상생활에서 냉난방 기구를 자주 이용한다. 하지만 이들 전기 기구를 이용하기 위해서는 많은 양의 에너지가 사용되므로 에너지를 절약하기 위해서 실내와 외부 사이에 열의 이동이 잘 일어나지 않도록 하는 것이 중요하다. 이처럼 열의 이동을 막는 것을 **단열**이라고 한다. 단열 효과가 좋은 재료에는 어떤 것이 있을까?



탐구 활동 효율적인 단열재 찾기

실험 · 조사

목 · 표

주변에서 사용되는 단열재의 종류를 알고 효율적인 단열재의 특징을 설명할 수 있다.

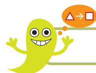
준 · 비 · 물

가열 장치, 비커(500 mL), 면장갑, 물, 온도계, 여러 가지 종류의 컵(스타이로폼 컵, 금속 컵, 유리컵, 플라스틱 컵 등)



유 · 의 · 점

1. 실험에 사용하는 여러 종류의 컵은 크기와 두께가 서로 비슷한 것을 이용한다.
2. 물을 가열할 때 화상을 입지 않도록 주의한다.

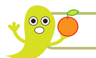


과정

❶ 물을 가열하여 100℃로 끓인 후 스타이로폼 컵, 금속 컵, 유리컵, 플라스틱 컵에 각각 100 g씩 넣고 온도계를 설치한다.

❷ 1분 간격으로 각각의 컵에 들어 있는 물의 온도를 측정한다.





결과

1 시간이 지남에 따라 각각의 컵에서 뜨거운 물의 온도는 어떻게 변하는가? 또 그 이유는 무엇인가?

2 어떤 소재로 만들어진 컵의 물이 가장 늦게 식는가? 또 그 이유는 무엇인가?



해석 창의 · 인성

1 좋은 단열재는 어떤 특징이 있어야 하는가?

2 건물을 지을 때 사용하는 단열재의 종류를 조사해 보자.



탐구의 확장 효율적인 단열재 찾기

준비물 얼음 조각, 종이, 비닐봉지, 알루미늄 포일, 고무줄, 초시계

과정 ① 같은 크기의 얼음 조각을 종이, 비닐봉지, 알루미늄 포일로 각각 감싼 후 고무줄로 묶어 놓는다.

② 10분 후 포장재를 풀고 얼음이 녹은 정도를 비교한다.

해석 1 어느 포장재로 감쌌을 때 얼음이 가장 덜 녹았는가?

2 얼음이 녹는 시간을 늦추기 위한 방법을 생각해 보자.



단열재는 전도, 대류, 복사에 의한 열의 이동을 모두 차단하는 것일수록 좋다.

나무나 스타이로폼, 섬유 등과 같은 비금속 물질은 금속에 비해 전도에 의한 열의 이동을 잘 차단하기 때문에 벽 사이에 넣는 단열재로 많이 사용된다. 예를 들어 아이스크림을 스타이로폼 상자에 넣어 포장하면 아이스크림이 쉽게 녹지 않는데, 이는 스타이로폼이 좋은 단열재라는 것을 말해 준다.

액체나 기체는 대부분 열을 잘 전달하지 않는다. 특히 공기는 매우 좋은 단열재이므로 건물을 지을 때 이중창을 많이 사용한다. 이중창을 설치하면 창과 창 사이에 있는 공기가 단열재 역할을 한다. 하지만 이중창의 경우에도 복사에 의한 열의 이동을 차단하기는 어렵다. 따라서 최근에는 유리의 투명도를 조절하는 방법으로 복사열의 이동을 조절하는 기술이 개발되기도 하는 등 단열의 효과를 높이기 위한 여러 가지 첨단 기술이 이용되고 있다.

보온병은 전도, 대류, 복사에 의한 열의 이동을 대부분 막을 수 있어 뜨거운 물이나 찬물을 보관하는 데 많이 이용된다. 보온병의 내부 용기는 이중 유리로 만들어져서 바깥 온도의 영향을 거의 받지 않는다. 이중 유리병의 안쪽과 바깥쪽 사이는 진공 상태인데, 진공 상태에서는 대류와 전도가 일어나지 않으므로 단열의 효과가 높다. 또한 유리병의 안쪽과 바깥쪽 표면은 은으로 도금되어 있어 복사에 의한 열의 손실을 줄여 준다.



더 자세히

털이 많은 동물들이 추운 겨울을 잘 견딜 수 있는 것은 털 속의 수많은 빈 공간에 공기를 가두고 있기 때문이다.





그림 Ⅴ-34 이중창의 구조_ 창과 창 사이의 공기가 단열재 역할을 한다.

잠깐 체크 겨울철에 두꺼운 옷 한 벌보다 얇은 옷을 여러 겹 입으면 단열 효과가 더 좋다고 한다. 그 이유는 무엇일까?

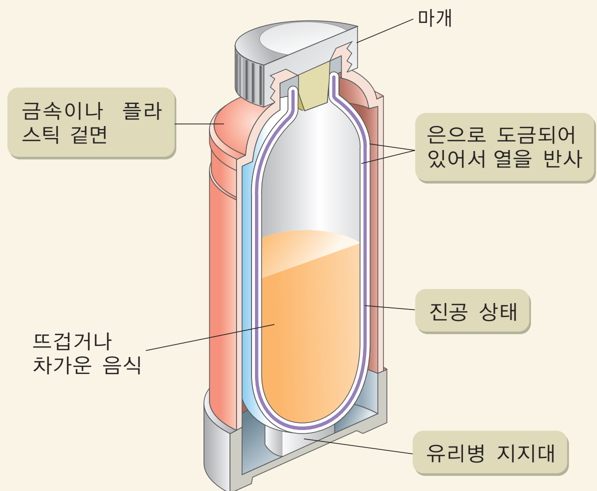




그림 Ⅴ-35 보온병의 구조_ 열의 이동 방법인 전도, 대류, 복사를 모두 효율적으로 막을 수 있다.

폐열

추운 겨울에 집안을 따뜻하게 하기 위하여 난방기나 보일러를 가동하면 실내가 따뜻해진다. 하지만 그 과정에서 배기가스 등에 의해 외부로 버려지는 열이 발생한다. 또 자동차의 엔진이나 발전소에서도 많은 양의 열이 버려진다. 이와 같이 에너지를 사용하는 과정에서 외부로 버려지는 열을 **폐열**이라고 한다. 폐열은 주로 공기 중으로 흩어지는데 이 열을 효과적으로 재활용할 수 있다면 많은 에너지를 절약할 수 있다.

폐열을 재활용하는 대표적인 예로는 열병합 발전이 있다. 열병합 발전은 전기를 생산할 때 나온 폐열을 지역 난방이나 산업용으로 사용하는 발전 방식으로서, 열효율을 높이고 연료를 크게 절감할 수 있다.

열교환기를 이용하면 보일러의 배기가스 폐열로 공기를 예열하거나, 목욕탕에서 버려지는 폐열로 다시 목욕용 물을 예열하는 데 이용할 수도 있다. 또한 쓰레기 소각장의 폐열은 농업 부문에서 온실의 난방용으로 많이 활용되면서 연료비를 절감시키고 있다.

열교환기
뜨거운 가스나 물에서 나온 열을 차가운 가스나 물로 전달하여 온도를 높여 주는 장치

자동차를 운행할 때에도 폐열을 이용하는 방법이 있는데 매연이 적은 곳에서 외부 공기를 실내로 들어오게 하는 것이다. 이렇게 하면 외부 공기가 뜨거운 라디에이터를 거쳐 들어오면서 데워지므로 히터를 켜지 않고도 난방을 할 수 있다.

잠깐 체크 폐열의 대부분은 어디로 이동하는가?



그림 Ⅴ-36 열병합 발전소(경기도 성남시)



그림 Ⅴ-37 자동차에서 폐열의 이용

지구 온난화

지구는 태양으로부터 막대한 에너지를 흡수하지만 흡수한 만큼 다시 우주로 방출하여 전체적으로는 평형 상태를 유지한다. 대기 중의 이산화 탄소나 수증기와 같은 기체는 태양에서 오는 열은 잘 통과시키지만 지표면에서 방출되는 열을 흡수하여 지구의 온도를 높이는데 이러한 현상을 **온실 효과**라고 한다. 온실 효과는 지구가 평형을 이루어 온도를 일정하게 유지하는 데 매우 중요한 역할을 한다.

그런데 오늘날 석탄이나 석유와 같은 화석 연료의 과다한 사용, 개발에 따른 삼림 면적의 감소, 교통량의 증가 등에 따라 온실 효과를 일으키는 기체가 지나치게 많아져 대기의 온도가 점점 높아지고 있는데 이러한 현상을 **지구 온난화**라고 한다. 특히 에너지 소비가 증가하면서 대기 중에 이산화 탄소의 양이 급증하고 있다. 이산화 탄소의 양이 많아지면 우주 공간으로 방출되어야 할 에너지가 지구 대기로 흡수되면서 온난화 현상을 심화시킨다.

현재 지구에 존재하는 빙하는 육지 면적의 약 11 %를 차지하고 있다. 지구 온난화로 지구의 기온이 상승하면 빙하는 감소하고 해수면이 상승하게 된다. 또한 지구 온난화에 따른 급격한 기후 변화로 태풍이나 홍수, 가뭄 등의 자연 재해도 심해진다. 이렇듯 지구 온난화 현상은 인간의 삶에 막대한 피해를 주며, 지구 상의 생태계를 모두 파괴할 수도 있을 만큼 매우 위협적이고 심각하다.

따라서 지구 온난화와 이에 따른 기후 변화에 대비하기 위해서는 전 세계적으로 이산화 탄소의 방출량을 줄이는 것이 무엇보다도 중요하다. 이산화 탄소의 방출량을 줄이기 위해서는 화석 연료의 사용을 억제하고 이를 대신할 만한 에너지를 개발함과 동시에 무분별한 개발에 따른 삼림 파괴를 줄여야 한다. 또한 지구가 더워지지 않도록 하기 위한 생활 속의 작은 실천도 중요하다.



그림 Ⅴ-38 홍수 피해

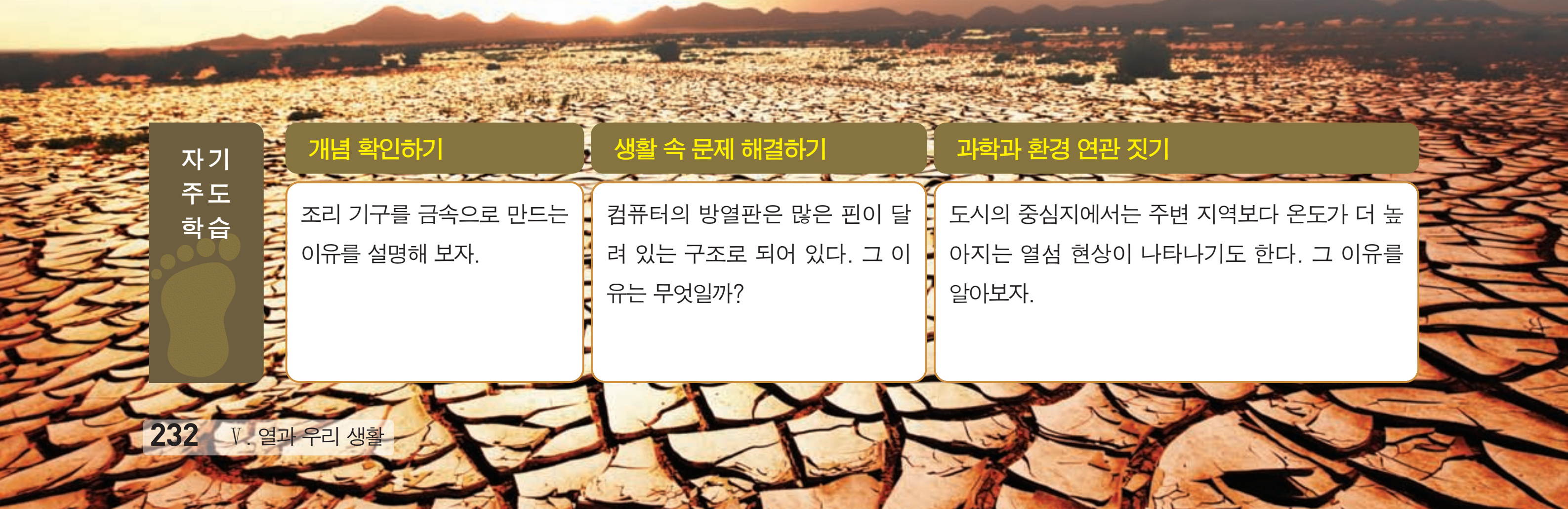


그림 Ⅴ-39 가뭄으로 인해 메마른 땅

자기 주도 학습

개념 확인하기

조리 기구를 금속으로 만드는 이유를 설명해 보자.

생활 속 문제 해결하기

컴퓨터의 방열판은 많은 핀이 달려 있는 구조로 되어 있다. 그 이유는 무엇일까?

과학과 환경 연관 짓기

도시의 중심지에서는 주변 지역보다 온도가 더 높아지는 열섬 현상이 나타나기도 한다. 그 이유를 알아보자.

STEAM 융합

조상들의 냉장고, 석빙고

냉장고가 없던 시절 우리 조상들은 어떻게 얼음을 오랜 기간 동안 보관할 수 있었을까?

우리 조상의 옛 발명품 중에는 우수한 단열 장치인 석빙고가 있다. 한겨울에 강가에서 두꺼운 얼음을 잘라 내어 석빙고에 저장하면 무더운 여름철까지 얼음이 녹지 않아 더위를 이겨 내는 데 유용하게 사용할 수 있었다.

석빙고는 외부로부터 들어오는 열을 차단하면서 내부 온도를 낮게 유지하여 얼음이 외부 열에 의해 녹는 것을 방지하였다.

더운 여름에도 석빙고에 얼음을 보관할 수 있었던 것은 그림과 같은 석빙고의 과학적인 구조로부터 알 수 있다.


석빙고(경주)

석빙고 안의 더운 공기가 빠져나가도록 위쪽에 환기구를 설치하였다.

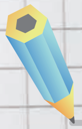
외부에는 태양 복사열을 차단하기 위해 잔디를 깔았다.

외벽은 석회와 진흙을 채워서 방수에 대비하였다.

더운 여름에 얼음이 녹으면 물이 빠질 수 있게 배수로를 만들었다.

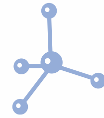
얼음의 온도를 유지하기 위해 볏짚, 톱밥 등으로 덮어 단열 효과를 높였다.

바람이 들어오는 입구에 날개벽을 설치하여 찬바람을 모을 수 있게 하였다.

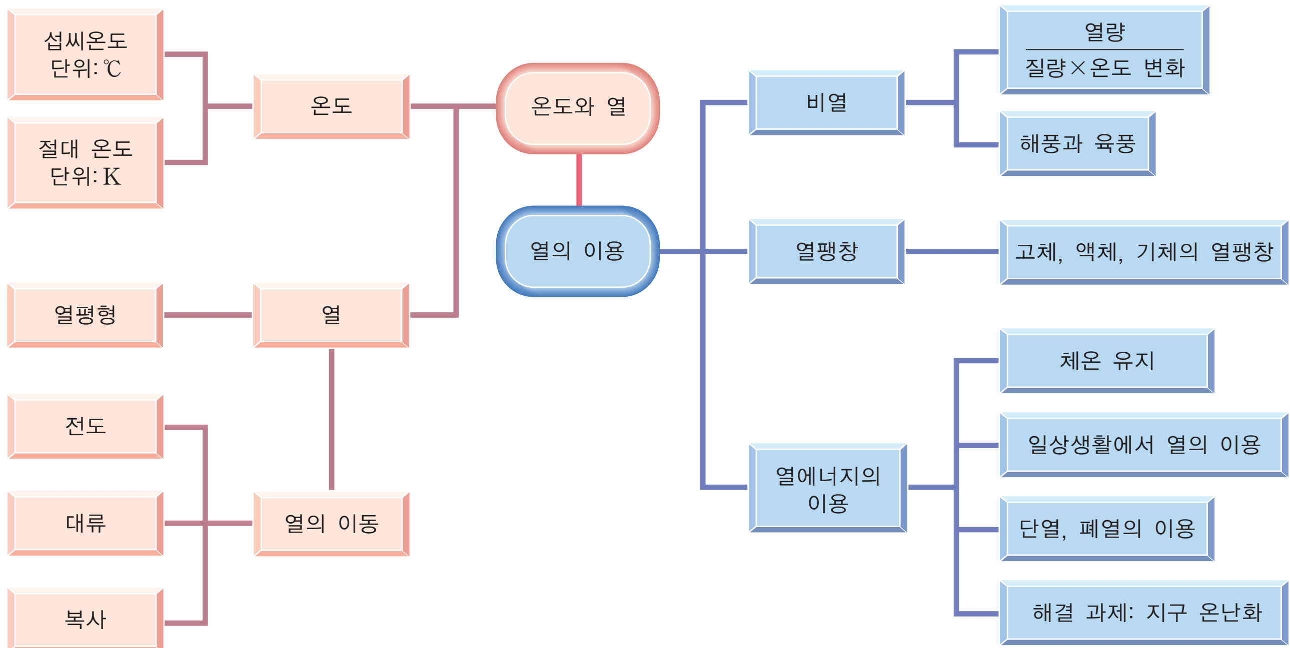


대단원 마무리

V. 열과 우리 생활


개념 정리하기



● **다음 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.**

1. 물체의 차고 뜨거운 정도를 수치로 나타낸 것을 (　　　)(이)라고 한다.
2. (　　　) 상태는 두 물체의 온도가 같아져 더 이상 열의 이동이 없는 상태이다.
3. 온도 차이에 의해 이동한 열에너지의 양을 (　　　)(이)라고 한다.
4. 열량의 단위는 cal나 (　　　)(을)를 사용한다.
5. (　　　)(은)는 주로 고체에서 일어나는 열의 이동 방법으로 물체가 서로 접촉하여 물체를 이루고 있는 분자들의 에너지가 차례로 이웃한 분자들로 전달되는 방식이다.
6. (　　　)(은)는 액체나 기체를 이루는 분자들이 직접 이동하여 순환하면서 열이 전달되는 방식이다.
7. (　　　)(은)는 물질을 통하지 않고 열이 직접 전달되는 방식이다.
8. 어떤 물질 1 kg의 온도를 1℃ 높이는 데 필요한 열량을 (　　　)(이)라고 한다.
9. 물체가 열을 받아 온도가 올라가면 길이나 넓이, 부피가 늘어나면서 팽창하는 현상을 (　　　)(이)라고 한다.
10. 주방용 조리 기구의 손잡이를 플라스틱으로 만든 것은 (　　　)에 의한 열의 이동을 막기 위한 것이다.
11. 대기 중에 온실 효과를 일으키는 기체가 많아져 대기의 온도가 점점 높아지는 현상을 (　　　)(이)라고 한다.

개념 적용하기



1 다음 물리량의 단위를 〈보기〉에서 찾아 쓰시오.

보기		
ㄱ. ℃	ㄴ. K	ㄷ. N
ㄹ. cal	ㅁ. kcal / kg	ㅂ. kcal / kg·℃

(1) 절대 온도 (　　　　)
(2) 열량 (　　　　)
(3) 비열 (　　　　)

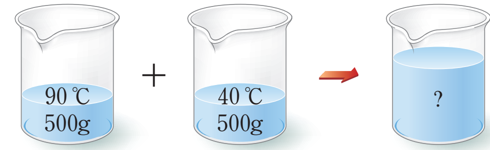
2 온도에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?
① 100℃는 373 K이다.
② 온도는 얼마든지 낮아질 수 있다.
③ 온도는 얼마든지 높아질 수 있다.
④ 분자 운동이 활발할수록 온도가 높다.
⑤ 물체의 차고 뜨거운 정도를 수치로 나타낸 것이다.

3 책상 위에 놓인 캔과 털장갑의 온도를 측정하였더니 모두 5℃였다.



(1) 캔을 털장갑에 접촉시키면 열은 어떻게 이동하겠는가?
(2) 손으로 캔과 털장갑을 잡으면 어느 것이 더 차갑게 느껴지겠는가?

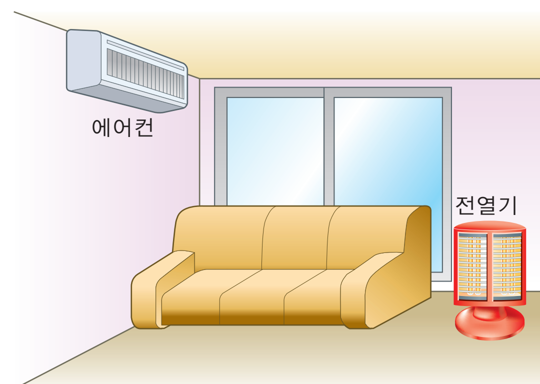
4 90℃의 물 500 g과 40℃의 물 500 g을 섞었다.



열평형 상태가 되었을 때의 온도는?
① 40℃　② 50℃　③ 65℃
④ 80℃　⑤ 90℃

5 감자를 구울 때 골고루 빨리 익히기 위해서 금속 포크를 감자에 꽂는 경우가 있다. 이렇게 하는 이유를 열의 이동과 관련지어 설명하시오.

6 가정에서 에어컨은 위쪽에 설치하고, 전열기는 아래쪽에 설치한다. 그 이유를 공기의 분자 운동과 관련지어 설명하시오.



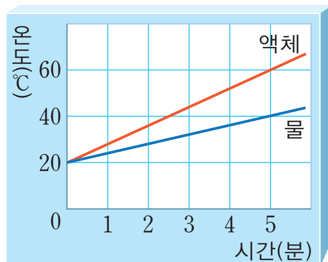
개념 적용하기



7 해풍과 육풍이 생기는 주된 원인으로 알맞은 것은?

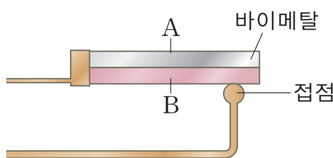
① 바다와 육지의 고도 차이
② 바다와 육지의 색깔 차이
③ 바다와 육지의 비열 차이
④ 바다와 육지의 열팽창 차이
⑤ 바다와 육지가 받는 열량 차이

8 다음 그래프는 물 500 g과 어떤 액체 500 g에 같은 열을 가했을 때 시간에 따른 온도 변화를 나타낸 것이다.



이 액체의 비열은 물의 몇 배인가?

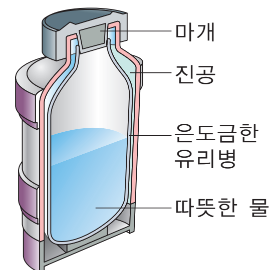
9 그림은 전기다리미에 들어 있는 바이메탈을 나타낸 것이다. 전기다리미에 열이 많이 발생하여 온도가 높아지면 바이메탈이 접점에서 떨어진다. 이때 A와 B 중 어느 것이 열팽창 정도가 더 큰가?



10 다음 중 열팽창 현상과 거리가 먼 것은?

① 철도 레일이 연결된 부분은 약간 떼어 놓는다.
② 전신주 사이의 전깃줄은 조금 늘어지게 설치한다.
③ 가스관을 설치할 때 중간 부분을 U자 모양으로 구부린다.
④ 온도계의 아랫부분을 손으로 잡으면 온도계 내부의 액체가 위로 올라간다.
⑤ 주전자는 금속으로 되어 있지만 주전자의 손잡이는 플라스틱으로 되어 있다.

11 그림은 보온병의 구조를 나타낸 것이다.



보온병에서 다음 구조는 열의 이동을 어떻게 차단하는지 설명해 보자.

(1) 유리로 된 이중 벽의 내부는 진공 상태이다.
(2) 유리병 안쪽은 은으로 도금되어 있다.

12 지구는 태양으로부터 막대한 에너지를 흡수하지만 온도가 거의 일정하게 유지된다. 그 이유를 설명하시오.

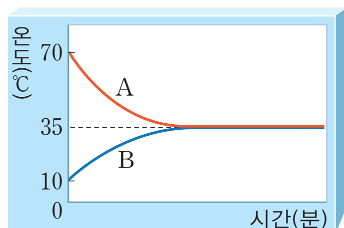
개념 응용하기

탐구력 기르기

1 냉장고에서 방금 꺼낸 우유와 갓 구워 온 도넛을 양손에 들고 있었더니 우유를 든 손은 차갑고 도넛을 든 손은 따뜻했다. 그 이유를 서술하시오.

분석력 키우기

2 그래프는 질량이 같은 물체 A와 B를 접촉시켜 열평형에 도달하는 동안의 온도 변화를 시간에 따라 나타낸 것이다.



(1) 두 물체의 비열을 비교하시오.

(2) 시간이 흐를수록 두 물체의 온도 변화가 작게 일어나는 이유를 서술하시오.

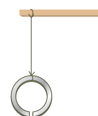
창의·인성 키우기

3 더운 여름날 얼음을 운반하려고 한다. 얼음을 덜 녹게 하기 위해 어떤 재질의 용기를 사용해야 하는지 예를 들고, 그 이유를 서술하시오.

탐구력 기르기

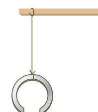
4 다음은 세 친구들이 틈새가 벌어진 쇠고리의 열팽창에 대해서 나눈 대화이다. 누구의 말이 옳을까?





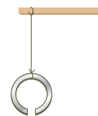
틈새가 벌어진 쇠고리를 가열하면 길이가 늘어나니까 그 틈새는 더 좁아질 거야.





틈새가 벌어진 쇠고리를 가열하면 전체적으로 부피가 늘어나니까 그 틈새도 더 벌어질 거야.





틈새가 벌어진 쇠고리를 가열하면 전체적으로 부피가 늘어나니까 그 틈새는 그대로일 거야.

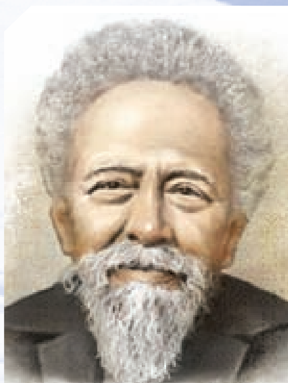
창의·인성 키우기

5 유리컵 두 개가 포개져서 잘 분리되지 않을 때가 있다. 두 유리컵을 쉽게 분리할 수 있는 방법에 대해 서술하시오.

과학 글쓰기

6 방바닥에 깔려 있는 난방용 배관은 비열이 작으면서 잘 부식되지 않는 금속으로 되어 있다. 그러나 배관 속에는 비열이 큰 물이 순환하면서 열을 전달하는 역할을 한다. 이처럼 비열 차이가 큰 물질을 사용할 때 좋은 점이 무엇인지 서술하시오.

브라운(Brown, R. ; 1773~1858)



영국의 식물학자인 로버트 브라운은 대학에서 의학을 공부하였고, 식물 연구에 흥미를 느껴 오스트레일리아에 가서 식물에 대해 조사하였다.

1827년에 그는 물에 떠 있는 꽃가루를 현미경으로 관찰하다가 꽃가루가 수면 위에서 끊임없이 불규칙하게 움직이는 것을 발견하고 이에 대한 연구를 시작하였다.

브라운을 비롯한 당시 많은 학자들은 이 현상의 원인을 꽃가루가 특별한 생명력을 가지고 있기 때문이라고 생각하였다. 그러나 이후 여러 과학자들에 의해 끊임없이 움직이는 액체 분자가 꽃가루의 표면에 충돌하여 나타나는 현상임이 밝혀졌고, 이를 브라운 운동이라고 하였다.



Ⅵ 분자 운동과 상태 변화

❖ 이 단원에서는

화산 지역에서는 화산 기체가 공기 중으로 확산되어 특유의 냄새가 나고, 군데군데 쌓인 눈은 시간이 지나면서 녹거나 바로 수증기로 변해 공기 중으로 날아간다.

이 단원에서는 확산과 증발 현상을 통해 분자가 운동하고 있음을 이해하고, 압력과 온도 변화에 따른 기체의 부피 변화에 대하여 알아보자. 또 물질의 상태 변화는 분자 배열이 변하기 때문임을 이해하고, 분자 배열의 변화와 열에너지와의 관계를 알아보자.

1 분자 운동

» 중단원 미리 보기



피톤치드의 확산

울창한 숲 속을 걸으면 식물들이 만들어 내는 피톤치드의 향기를 느낄 수 있다. 이것은 피톤치드가 확산되기 때문인데, 확산이 일어나는 원인은 무엇일까?



물의 증발

남아메리카의 볼리비아에는 '우유니'라고 부르는 세계 최대의 소금 사막이 있다. 1억 년 전에 바다였던 이곳은 지각 변화에 의해 소금 호수로 변한 후 호수의 물이 모두 증발하였다. 물이 증발하는 원인은 무엇일까?

꽃병에 꽂아 둔 꽃에서는 향기가 나고, 시간이 지나면서 꽃병 안의 물은 점점 줄어든다. 향기가 나는 것은 확산 현상이고, 물이 줄어드는 것은 증발 현상이다. 한편, 압력이나 온도가 변함에 따라 기체의 부피가 변하는 현상이 나타난다. 이러한 현상들과 분자 운동 사이에는 어떤 관계가 있을까?



압력에 따른 자전거의 바퀴 속 기체의 부피 변화

자전거에 가벼운 학생이 탔을 때보다 무거운 어른이 탔을 때 자전거의 바퀴가 더 많이 눌린다. 자전거의 바퀴에 가해지는 압력과 자전거 바퀴 속에 있는 기체의 부피 사이에는 어떤 관계가 있을까?

온도에 따른 풍선의 크기 변화

추운 겨울날 집 안에 있던 풍선을 바깥으로 가지고 나가면 크기가 작아진다.
온도와 기체의 부피 사이에는 어떤 관계가 있을까?

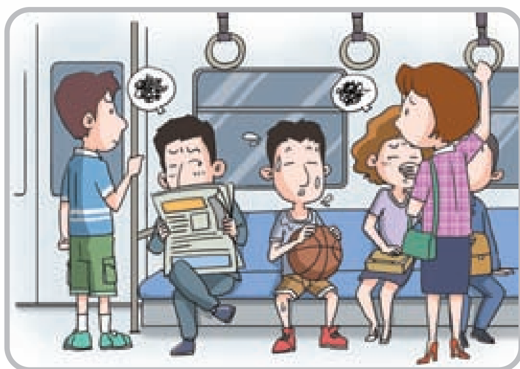


1-1 스스로 움직이는 분자

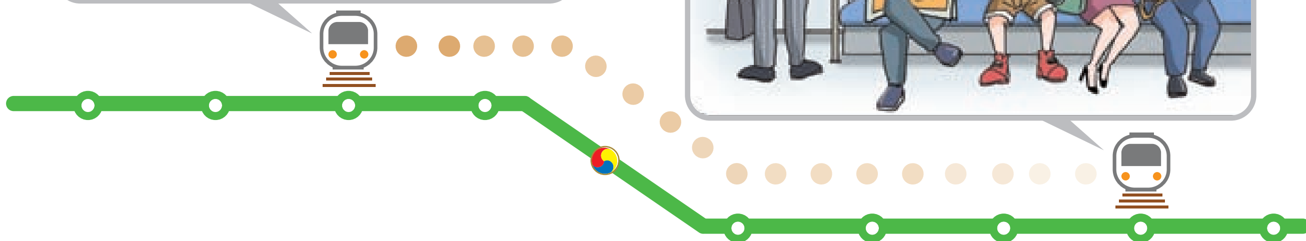

학습 목표

- 확산이나 증발 현상으로 분자가 운동하고 있음을 설명할 수 있다.
- 분자 운동을 모형으로 설명할 수 있다.

학교 수업이 끝난 후 철수는 친구들과 농구 경기를 하여 땀을 흠뻑 흘린 채 집으로 돌아가기 위해 지하철을 탔다. 그런데 주변 사람들이 인상을 찌푸리고 코를 막으면서 슬금슬금 철수를 피했다. 그렇게 한참을 가다 보니 땀에 젖었던 철수의 옷은 거의 말라 있었다. 철수가 지하철을 타고 가는 동안 무슨 일이 일어난 것일까?







분자
물질의 성질을 갖는 가장 작은 입자이다. 그러나 이 단원에서는 물질을 이루는 입자의 의미로 사용한다.

그림 Ⅵ-1 빵 진열대



확산

제과점이나 음식점 앞을 지날 때면 맛있는 냄새가 나서 발걸음을 멈출 때가 있다. 또 가스레인지 위에서 음식을 조리하다가 잠시 잊었을 때 타는 냄새가 나면 서둘러 가스레인지의 불을 꺼서 위험한 상황을 미리 막을 수 있고, 상한 음식은 냄새만으로도 구별할 수 있다.

이렇게 멀리서 또는 가까이에서 냄새를 맡을 수 있는 이유는 무엇일까? 그 이유는 빵이나 음식, 땀 등을 이루고 있는 분자들이 주변으로 퍼지다가 우리의 코에 도달하였기 때문이다.

분자는 어떻게 퍼져 나가는 것일까?



탐구 활동 암모니아 기체의 확산

실험(동영상)

목·표

암모니아수를 이용하여 기체 분자가 퍼져 나감을 설명할 수 있다.

준·비·물

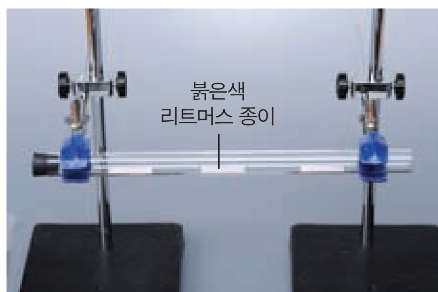
암모니아수, 붉은색 리트머스 종이, 유리관, 고무마개, 스탠드, 집게, 솜, 핀셋

 **유·의·점**

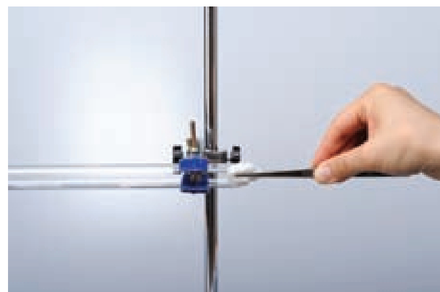
암모니아 냄새는 자극적이므로 환기가 잘 되는 곳에서 실험한다.



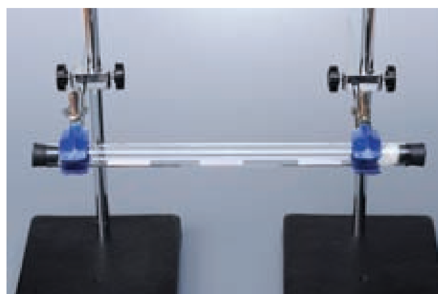
과정



❶ 유리관 안에 물에 적신 붉은색 리트머스 종이 세 조각을 띄엄띄엄 넣고 한쪽을 고무마개로 막는다.



❷ 유리관의 다른 한쪽에 암모니아수를 묻힌 솜을 넣고, 고무마개로 재빨리 막는다.



❸ 유리관 안에 넣어 둔 붉은색 리트머스 종이의 변화를 관찰한다.



결과

1 붉은색 리트머스 종이의 색깔은 어떻게 변하는가?

2 붉은색 리트머스 종이의 색깔은 세 조각이 동시에 변하는가?



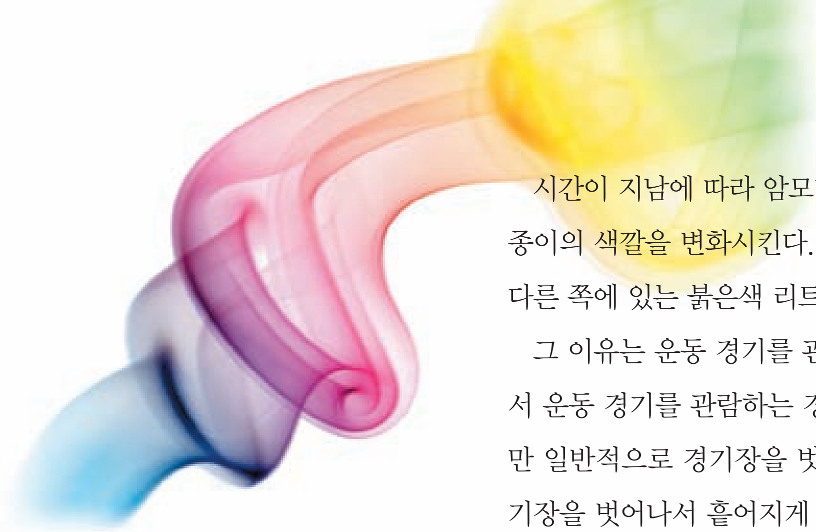
해석 창의·인성

1 결과 1과 같은 변화가 일어나는 이유는 무엇인가?

2 결과 2와 같은 변화가 일어나는 것은 무엇을 의미하는가?

3 붉은색 리트머스 종이의 변화를 분자 운동으로 설명해 보자.

4 유리관을 수직으로 세웠을 경우 결과가 어떻게 달라질지 토의해 보자.



시간이 지남에 따라 암모니아 기체는 유리관 안으로 퍼져 나가 붉은색 리트머스 종이의 색깔을 변화시킨다. 암모니아수를 묻힌 솜을 유리관의 한쪽에만 넣었는데 다른 쪽에 있는 붉은색 리트머스 종이의 색깔까지 변한 이유는 무엇일까?

그 이유는 운동 경기를 관람하는 사람들에 비유하여 설명할 수 있다. 경기장에서 운동 경기를 관람하는 경우, 관람객은 관람석을 자유롭게 돌아다닐 수는 있지만 일반적으로 경기장을 벗어나지는 않는다. 그러나 경기가 끝나면 관람객은 경기장을 벗어나서 흩어지게 된다. 경기가 끝난 후 관람객이 경기장 밖으로 나와서 흩어지는 것은 사람들이 스스로 움직이기 때문이다. 스스로 움직일 수 없는 시설물들은 경기가 끝나더라도 그 자리에 그대로 놓여 있다.



그림 Ⅵ-2 경기 중 관람객의 모습



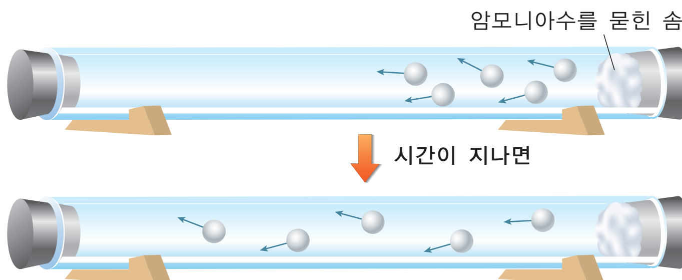
그림 Ⅵ-3 경기가 끝난 후 관람객이 나오는 모습

사람들이 운동 경기를 관람하는 중에 관람석을 자유롭게 돌아다니거나 경기가 끝난 후 경기장을 빠져나오는 것처럼 암모니아 기체가 퍼지는 것도 암모니아 기체 분자가 스스로 움직이기 때문이다. 즉, 암모니아 기체가 유리관 전체에 골고루 퍼지는 것은 암모니아 기체 분자가 모든 방향으로 무질서하게 스스로 움직이기 때문이다.

이와 같이 분자들이 스스로 움직여 퍼져 나가는 현상을 **확산**이라고 한다. 확산은 기체나 액체 속에서 일어날 뿐만 아니라 진공 속에서도 일어난다.

진공 속에서의 확산
진공은 어떤 물질도 존재하지 않는 상태를 의미한다. 진공 속에서는 확산을 방해하는 다른 분자가 없기 때문에 확산이 더 빠르게 일어난다.

그림 Ⅵ-4 암모니아 기체의 확산 모형



식용 색소를 물에 떨어뜨리면 식용 색소가 물 전체에 고르게 퍼진다. 이것은 식용 색소 분자뿐만 아니라 물 분자도 함께 움직여서 서로 충돌하기 때문이다. 식용 색소를 찬물과 더운물에 동시에 떨어뜨리면 더운물에서 식용 색소가 더 빨리 퍼져 나간다. 이것은 찬물보다 더운물이 온도가 높아서 식용 색소 분자와 물 분자의 운동이 더 활발해지기 때문이다.

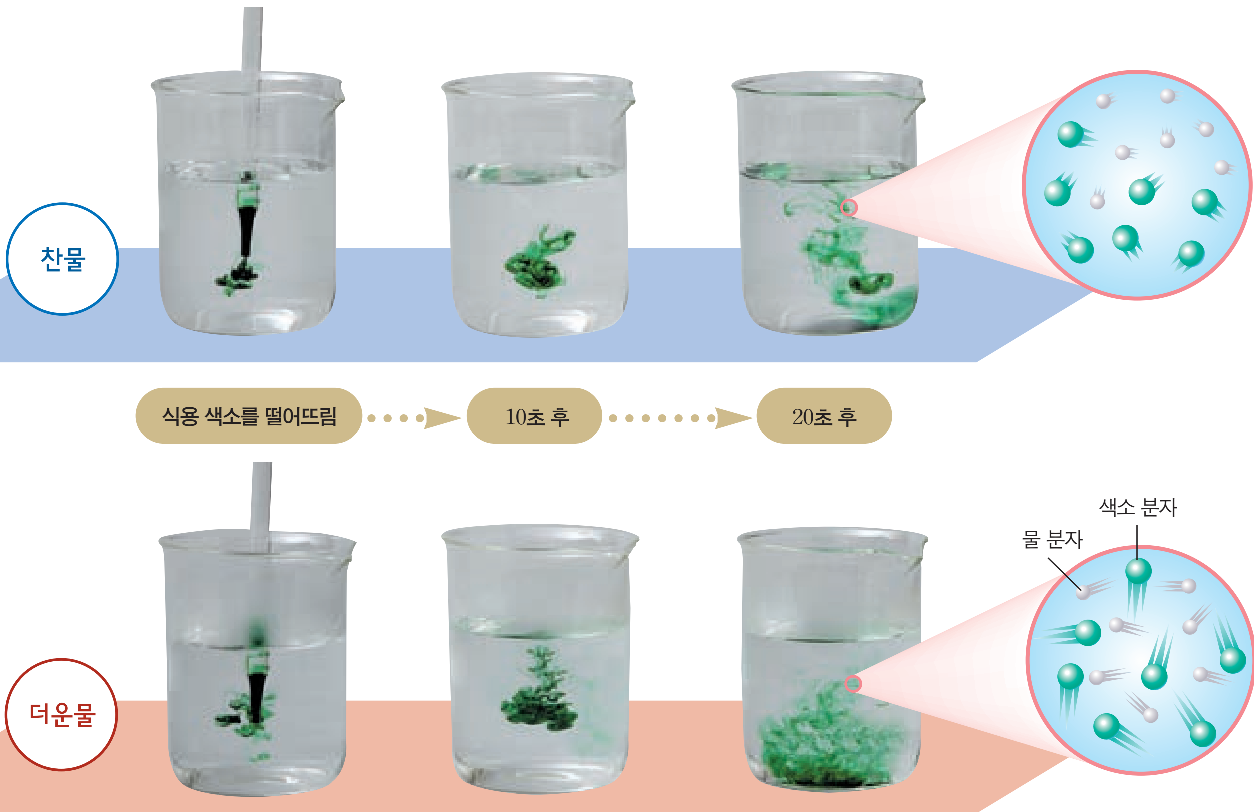


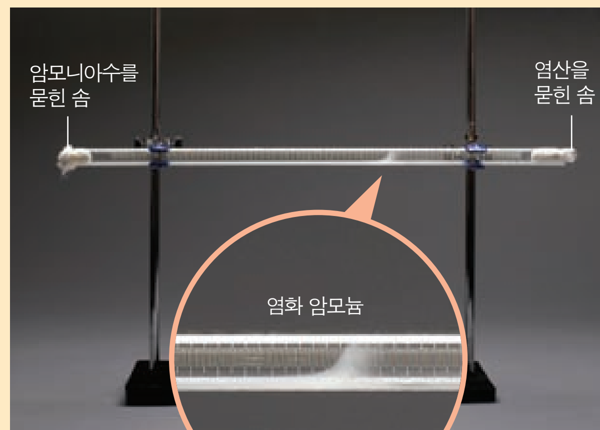
그림 Ⅵ-5 찬물과 더운물에서의 확산 속도 비교

과학 자료실 물질의 종류에 따른 확산 속도

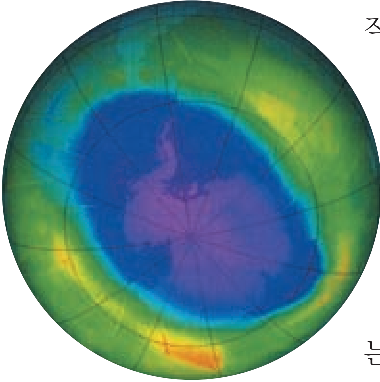
물질이 확산되는 속도는 온도뿐만 아니라, 물질의 종류에도 영향을 받는다.

암모니아수를 묻힌 솜과 염산을 묻힌 솜을 동시에 유리관의 양쪽 끝에 넣으면 유리관 안에 흰색 연기가 생긴다. 암모니아수에서 확산된 암모니아 기체와 염산에서 확산된 염화 수소 기체가 만나면 염화 암모늄이라는 흰색 고체가 생성되는데, 이것이 흰 연기처럼 보이는 것이다.

그런데 염화 암모늄은 유리관의 한가운데가 아닌, 염산을 묻힌 솜 쪽에 더 가깝게 생긴다. 그 이유는 염화 수소 기체보다 암모니아 기체의 확산 속도가 더 빠르기 때문이다. 즉, 확산 속도는 물질의 종류에 따라 다르다.



오존층
지구의 대기권 중에서 오존 농도가 높은 곳으로서, 지표면에서 약 20~30 km 높이에 존재한다.


그림 Ⅵ-6 오존층의 파괴_ 보라색으로 표시된 지역의 오존 농도는 정상 상태보다 50 % 정도까지 낮다.

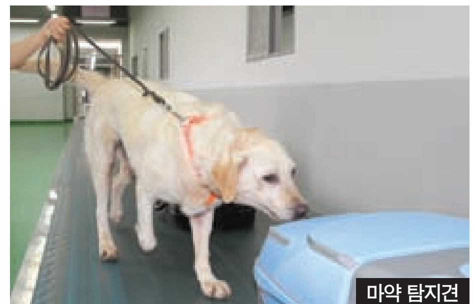
기체 분자의 확산과 관련된 현상 가운데 지구의 환경 문제와 관련된 것들이 있는데, 그중 하나가 오존층 파괴이다. 오존층 파괴는 냉장고의 냉매나 스프레이의 분무제로 사용되는 프레온 가스가 오존층까지 확산되어 오존과 반응하기 때문에 일어난다. 프레온 가스는 확산 속도가 느리기 때문에 프레온 가스를 사용하기 시작한 시기에 비해 오존층 파괴가 늦게 나타났다. 현재는 오존층을 파괴하지 않는 대체 물질을 개발하여 사용하지만, 오존층이 원래의 상태로 회복되려면 많은 기간이 걸릴 것이다.

우리가 꽃이나 향수, 음식 냄새 등을 맡을 수 있는 것처럼 확산 현상은 생활 주변에서 많이 일어나며, 이를 다양하게 활용하기도 한다. 자동차나 화장실 등에 좋은 향기가 나는 방향제를 비치해 두기도 하고, 공항이나 항만에서는 마약 탐지견이 냄새로 마약을 찾아낸다. 또 식물에서 추출한 향기 나는 오일을 이용해 몸과 마음의 피로를 풀기도 한다.

한편, 집을 지을 때 사용한 건축 자재나 페인트 등의 여러 가지 화학 물질이 확산되어 두통, 현기증, 가려움증 등과 같은 증상이 나타나기도 하는데, 이러한 새집증후군은 확산 현상이 가져다 준 불편한 점이다.

잠깐 체크 냄새가 퍼지는 것은 분자의 어떤 성질 때문인가?


방향제


마약 탐지견


향기 나는 오일

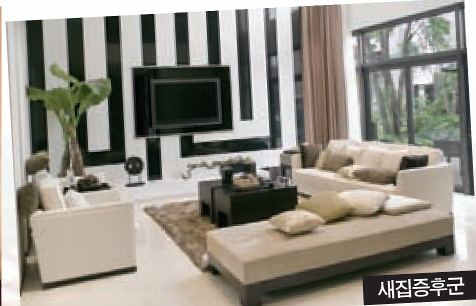

새집증후군

그림 Ⅵ-7 확산 현상의 예

증발

겨울철은 강수량이 적어 다른 계절보다 공기 중의 수분이 적은데다가 난방을 하기 때문에 습도가 낮아지기 쉽다. 습도가 너무 낮으면 코와 기관지의 점막이 건조해져서 감기나 기관지염 등에 잘 걸리므로 적당한 습도를 유지해야 한다.

실내 습도를 높이기 위해 예전부터 사용한 방법 중 하나는 젖은 빨래를 실내에 널어 놓는 것이다. 이때 빨래에 있는 물이 기체 상태로 되어 공기 중으로 날아가기 때문에 빨래는 마르고 실내 습도는 높아진다. 또 요즘은 실내에서 식물을 물재배하거나 어항을 놓아두기도 하는데, 이때에도 물이 기체 상태가 되어 공기 중으로 날아가기 때문에 적당한 습도를 유지할 수 있다.



그림 Ⅵ-8 식물의 물재배

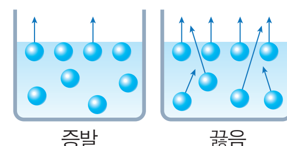


그림 Ⅵ-9 어항

이와 같이 액체 상태의 물질이 끓지 않고 표면에서 기체 상태로 변하는 현상을 **증발**이라고 한다. 증발도 확산과 같이 물질을 이루고 있는 분자가 스스로 운동함으로써 일어난다. 즉, 증발은 상대적으로 운동이 활발한 분자가 액체 표면에 왔을 때 액체로부터 떨어져 나와 공기 중으로 날아가는 것이다.

증발과 끓음

증발과 끓음은 모두 액체가 기체로 변하는 현상이다. 증발은 액체의 표면에서만 기체로 변하고, 온도에 관계없이 일어날 수 있다. 그러나 끓음은 액체의 표면은 물론 내부에서도 기체로 변하며, 특정 온도에서 일어난다.



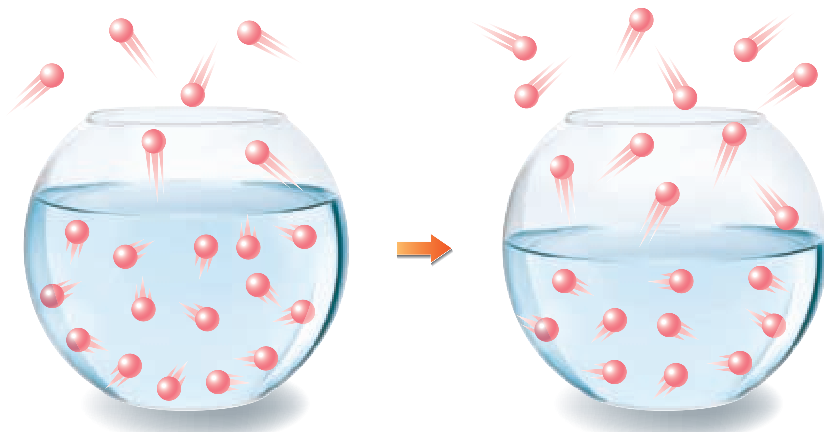


그림 Ⅵ-10 물이 증발할 때의 분자 모형



그림 Ⅵ-11 드라이어로 머리 말리기

젖은 머리의 물기를 수건으로 닦아 내고 그대로 두면 잘 마르지 않는다. 이때 드라이어로 바람을 쐬어 주면 빨리 마르는데, 드라이어의 바람이 차가울 때보다는 따뜻할 때 더 빨리 마른다. 그 이유는 무엇일까?

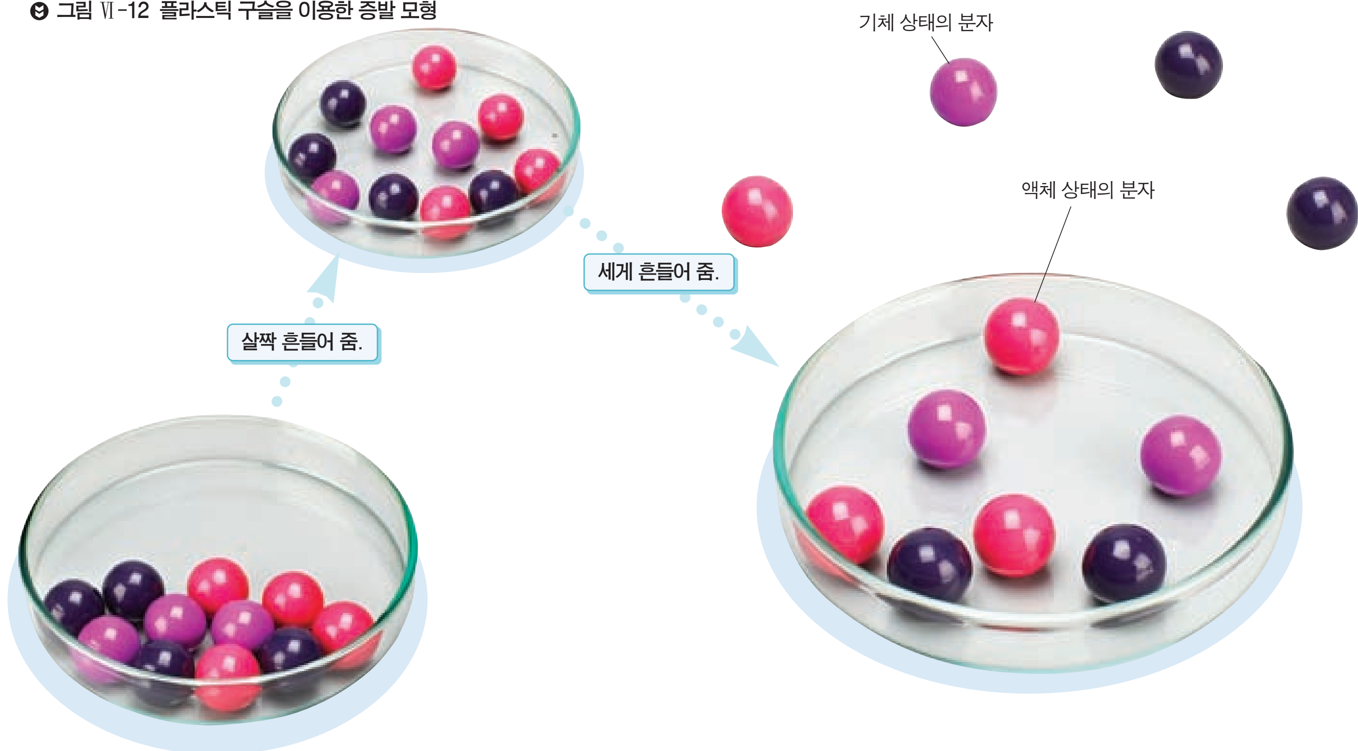
온도가 낮으면 분자 운동이 둔하기 때문에 분자들이 모여 있으려는 경향이 강하고, 온도가 높으면 분자 운동이 활발하기 때문에 분자들이 떨어져 있으려는 경향이 강하다. 따라서 찬물보다는 따뜻한 물이 더 잘 증발하고, 젖은 머리도 찬 바람보다 따뜻한 바람을 쐬었을 때 더 잘 마른다.

한편, 약한 바람보다는 센 바람일 때 젖은 머리에서 증발한 수증기 분자가 더 멀리 이동하게 되므로 센 바람일 때 더 많은 물 분자가 증발한다.

증발 현상을 구슬 모형으로 설명해 보자.

페트리 접시에 플라스틱 구슬을 넣고 살짝 흔들어 주면 구슬들이 조금씩 움직이다가, 세게 흔들어 주면 튀어나오는 구슬이 생긴다. 이때 페트리 접시 안의 구슬은 액체 상태의 분자이고, 튀어나온 구슬은 증발하여 기체 상태로 변한 분자로 생각할 수 있다. 또 살짝 흔들어 주는 것은 비교적 온도가 높지 않을 때에 비유할 수 있고, 세게 흔들어 주는 것은 온도가 높을 때에 비유할 수 있다.

그림 Ⅵ-12 플라스틱 구슬을 이용한 증발 모형



만약 페트리 접시에 플라스틱 구슬 대신 다른 재료로 만든 구슬을 넣어 같은 세기로 흔들어 준다면 튀어나오는 정도가 다를 것이다. 이것은 물질의 종류에 따라 증발하는 정도가 다르다는 것을 나타낸다.

일상생활에서 증발과 관련된 예는 많이 찾아볼 수 있다.

염전에서 바닷물을 끌어들여 햇빛과 바람을 이용해 천일염을 얻거나, 향수를 사용하는 것은 증발을 이용한 대표적인 예이다. 특히 향수는 증발과 확산을 모두 이용한 것으로서, 향수병을 열어 놓으면 향수를 사용하지 않아도 향수의 양이 줄어들고 향기가 주변으로 퍼져 나간다.

한편, 떡이나 채소를 랩으로 씌워 놓거나 얼굴, 손 등에 보습용 화장품을 바르는 것은 떡이나 채소, 피부의 수분이 증발하는 것을 억제하는 예이다.

그림 Ⅵ-13 염전



그림 Ⅵ-14 증발을 이용하는 예





그림 Ⅵ-15 증발을 억제하는 예

잠깐 체크 액체가 끓지 않은 상태에서 표면의 분자들이 떨어져 나가 기체로 되는 현상을 무엇이라고 하는가?

기체의 모양과 부피

기다란 풍선으로 여러 가지 모양의 동물이나 꽃, 리본 등을 만들기도 하고, 특별한 날에는 하트 모양의 풍선으로 장식하기도 한다. 이처럼 기체가 들어 있는 풍선으로 다양한 모양을 만들 수 있는 것은 기체의 어떤 특징 때문일까?

기체는 모양과 부피가 일정하지 않다. 어떤 용기에 넣더라도 기체는 양에 관계없이 항상 용기 전체로 퍼지기 때문에 기체의 모양과 부피는 그 기체가 들어 있는 용기의 모양과 크기에 의해 결정된다.



그림 Ⅵ-16 풍선으로 만든 여러 가지 동물 모양

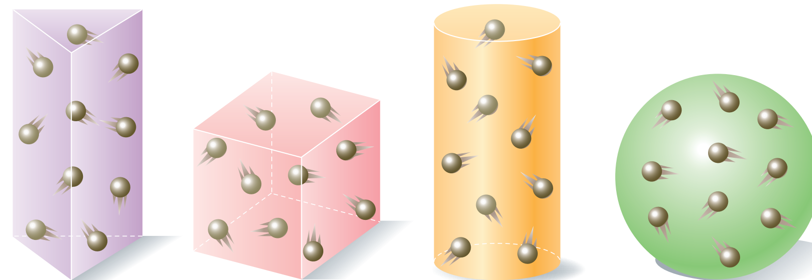


그림 Ⅵ-17 용기의 모양과 크기에 따른 기체 모형_ 용기의 모양과 크기에 상관없이 기체는 용기 전체로 퍼진다.



그림 Ⅵ-18 모래, 물, 공기를 넣은 풍선의 모양



인터넷 속 과학 세상

사이언스올(www.scienceall.com)의 자바 실험에 접속하여 기체의 분자 운동에 대해 살펴보자.

검색 기체의 분자 운동

기체가 양에 관계없이 모양이나 크기가 다른 용기를 채울 수 있는 것은 기체 분자 사이에 빈 공간이 있고, 기체 분자는 그 공간을 스스로 운동하기 때문이다. 만약 빈 공간이 없다면 기체의 양에 관계없이 용기를 채우는 것이 불가능하고, 기체 분자가 정지해 있다면 다양한 모양의 용기를 채우는 것은 불가능하다.

또 고체 물질이나 액체 물질을 넣은 풍선은 아래쪽으로 처진 모양이 되지만, 기체 물질을 넣은 풍선은 위아래의 구분이 없는 거의 둥근 모양이 된다. 모래나 물을 넣은 풍선이 아래쪽으로 처지는 것은 지구의 중력 때문이다. 그런데 기체를 넣은 풍선이 지구의 중력에도 불구하고 아래쪽으로 처지지 않고 둥근 모양이 되는 것은 기체 분자가 무질서하게 모든 방향으로 운동하기 때문이다.



잠깐 체크 기체의 특성을 두 가지만 써 보자.

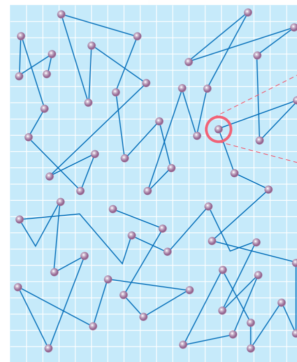
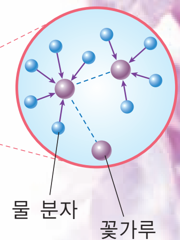
자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
확산과 증발 현상에 대해 설명해 보자.	분자가 스스로 운동하고 있다는 것을 확인할 수 있는 현상을 우리 주변에서 찾아보자.	LNG 또는 LPG가 누출되었는지 여부를 확인하기 위해 현재 사용하고 있는 방법을 조사하고, 또다른 방법을 제시해 보자.

브라운 운동

19세기 초 영국의 식물학자 브라운(Brown, R. ; 1773～1858)은 전 세계를 돌아다니며 여러 가지 식물을 모았다. 그는 물에 떠 있는 꽃가루를 현미경으로 관찰할 때 꽃가루가 수면 위를 끊임없이 돌아다니는 것을 발견하였는데, 이러한 운동을 브라운 운동이라고 한다.

브라운을 비롯한 당시의 많은 학자들은 이 운동의 원인을 꽃가루의 특별한 생명력에 의한 것으로 생각하였으나, 1872년 프랑스의 P.J. 델소 등은 당시에 처음 제안되어 논란의 대상이었던 분자 운동론을 이 현상에 적용하여 열운동 때문에 나타나는 현상이라는 학설을 제창하였다.

⊙ 브라운 운동의 경로

분자 운동론의 입장에서는 물이 분자로 이루어져 있고, 물 분자들이 스스로 운동하여 꽃가루에 부딪히기 때문에 꽃가루가 움직이며, 물 분자들의 운동이 불규칙적으로 이루어지므로 꽃가루의 운동도 불규칙적이라고 설명할 수 있다. 또 꽃가루가 스스로 움직이는 것처럼 보이는 것은 물 분자가 너무 작아서 보이지 않기 때문이라고 설명할 수 있다.

꽃가루의 움직임은 꽃가루가 생명체이기 때문에 스스로 움직인다는 설명도 가능하지만, 생명체가 아닌 입자도 브라운 운동을 하는 것이 관찰됨으로써 생명력에 의해 스스로 움직인다는 설명은 받아들이기 어려워졌다.

실제로 브라운 운동은 1900년대에 들어설 때까지도 논란의 대상이었다. 그러나 1905년에 아인슈타인이 볼츠만의 분자 운동론을 이용하여 브라운 운동을 설명함으로써 논란이 일단락되었으며, 이를 계기로 의심의 대상이었던 물질의 입자설이 정설로 받아들여지게 되었다.

1-2 압력에 따른 기체의 부피 변화



그림 Ⅵ-19 동파된 수도 계량기



학습 목표

- 압력과 기체의 부피 관계를 설명할 수 있다.
- 압력의 변화에 따른 기체 분자의 배열 및 운동 상태의 변화를 모형으로 설명할 수 있다.

겨울이 되면 뉴스나 신문에서 수도 계량기가 동파되었다는 기사를 종종 볼 수 있다. 그래서 겨울이 되면 주택 단지나 아파트 등에 동파를 방지하기 위하여 계량기 함에 헌 옷 등을 넣어 보온해 줄 것을 당부하는 안내문이 붙는다. 다음은 이러한 불편을 해소하기 위해 동파 방지용 수도 계량기를 개발한 어느 공무원의 인터뷰 기사 중 일부이다.

인터뷰 기사

그는 "상수도 관련 업무를 하면서 겨울이면 200~300 개씩 터지는 수도 계량기를 그냥 놔둘 수 없어 개발을 하게 됐다."라고 말하였다.

수도 계량기에 대한 지식이 없던 그는 독학으로 계량기의 구조를 연구하였다. 그 결과 물이 얼면서 늘어난 부피에 의한 압력을 계량기의 유리가 아닌 다른 곳으로 분산시키면 계량기가 동파되는 것을 막을 수 있다는 결론을 얻었다. 따라서 그는 수도 계량기 안에 도넛 형태의 공기 튜브를 넣게 되었고, 이에 따라 물이 얼면서 늘어난 부피에 의한 압력이 공기 튜브 쪽으로 가해져 유리가 깨지지 않게 하는 해결책을 찾아낸 것이다.



그림 Ⅵ-20 동파 방지용 수도 계량기

? 수도 계량기 안에 넣은 공기 튜브가 물이 얼 때 생기는 압력을 흡수하는 원리는 무엇일까?

압력

우리가 사용하는 문구용 칼 중에는 끝을 조금씩 잘라 내면서 사용할 수 있는 것이 있다. 이 칼은 오래 사용하다 보면 칼날이 무뎌져서 같은 힘을 주어도 종이가 잘 잘리지 않게 된다. 무뎌진 칼을 사용할 때 종이가 잘 잘리지 않는 이유는 무엇일까?

칼날이 날카로울 때에는 종이에 닿는 칼날의 넓이가 좁기 때문에 힘이 한데 모아져 종이가 잘 잘린다. 그러나 칼날이 무딜 때에는 종이에 닿는 칼날의 넓이가 상대적으로 넓어져 힘이 나뉘기 때문에 같은 힘이라도 종이가 잘 잘리지 않는 것이다.

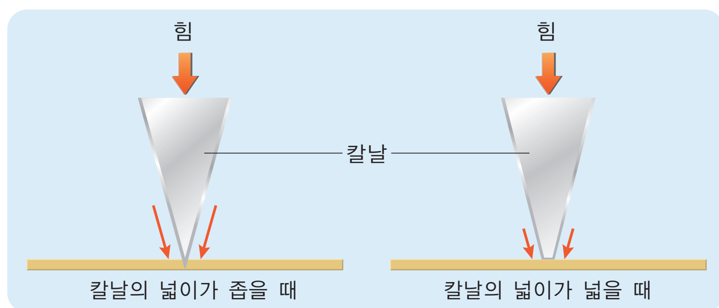


그림 Ⅵ-21 종이에 접하는 칼날의 넓이에 따른 압력 비교



그림 Ⅵ-22 문구용 칼로 종이 자르기

풍선을 터뜨릴 때에도 마찬가지이다. 뾰족한 송곳으로 찌르면 풍선이 쉽게 터지지만, 송곳보다 무딘 젓가락을 이용하면 같은 힘으로 찔러도 풍선이 잘 터지지 않는다. 이 또한 풍선과 닿은 넓이가 송곳보다 젓가락이 더 넓어서 같은 힘을 주더라도 힘이 나뉘어 작용하기 때문이다.

즉, 같은 크기의 힘을 가하더라도 그 힘이 작용하는 넓이에 따라 결과가 다르게 나타난다. 이와 같이 단위 넓이에 작용하는 힘의 크기를 **압력**이라고 한다.

$$\text{압력} = \frac{\text{작용하는 힘}}{\text{힘을 받는 면의 넓이}}$$

단위 넓이
$1\,cm^2$, $1\,m^2$ 등 크기가 1인 넓이

압력의 단위
Pa(파스칼), 기압, mmHg 등을 사용한다.
1기압 = 760 mmHg
= 101,325 Pa
= $101,325\,N/m^2$



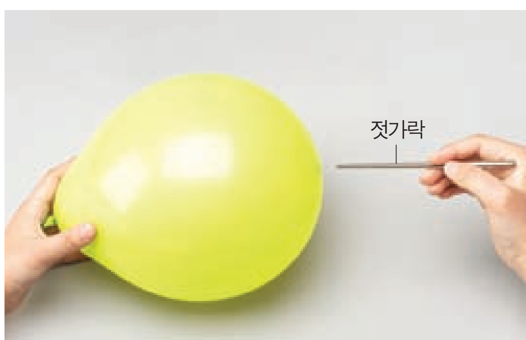


그림 Ⅵ-23 송곳과 젓가락으로 풍선 터뜨리기

같은 크기의 힘이 작용할 때에는 힘을 받는 면의 넓이에 따라 압력의 크기가 달라지지만, 힘을 받는 면의 넓이가 같을 때에는 작용하는 힘의 크기에 따라 압력의 크기가 달라진다.

못을 박을 때 힘을 약하게 줄 경우보다 세게 줄 경우 압력이 커져서 못이 잘 박히고, 모래사장 위에 손 모양을 찍을 때에도 약하게 누를 경우보다 세게 누를 경우 더 깊게 찍힌다.

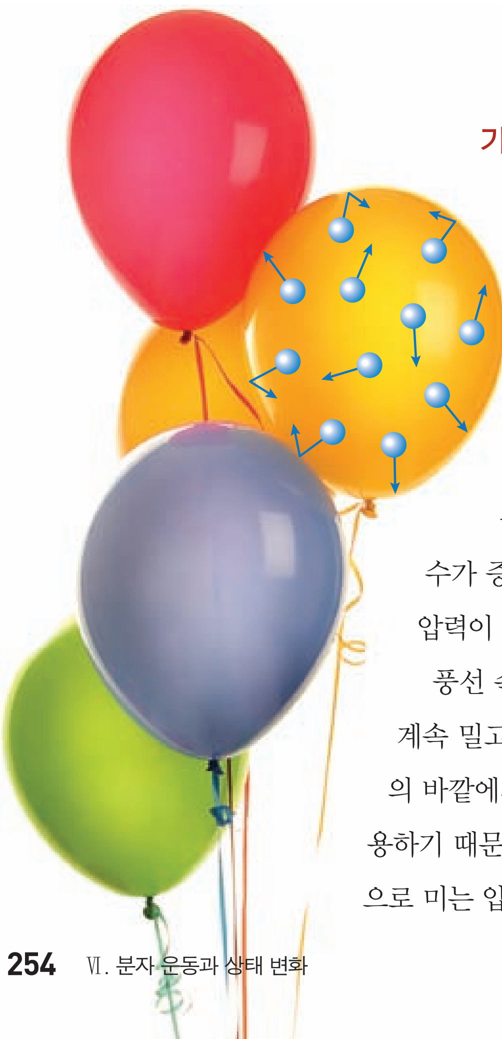


그림 Ⅵ-24 못박기



그림 Ⅵ-25 모래사장 위에 손 모양 찍기

잠깐 체크 일상생활에서 압력을 작게 하여 이용하는 예와 압력을 크게 하여 이용하는 예를 찾아보자.



기체의 압력

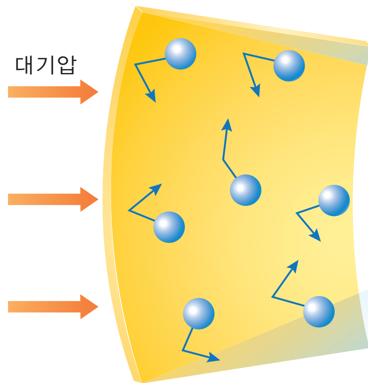
입으로 불거나 공기 주입기를 이용해 풍선에 공기를 넣으면 풍선이 부풀어 오른다. 그 이유는 풍선 속의 기체가 풍선의 벽을 밖으로 밀어내기 때문이다. 이때 풍선 속에는 무수히 많은 기체 분자들이 있어 거의 연속적으로 풍선의 벽에 부딪히기 때문에 풍선의 벽이 밀려나간 상태를 유지하게 된다. 이와 같이 기체 분자가 용기의 벽에 충돌할 때 용기의 벽이 받는 힘에 의해 기체의 압력이 나타난다.

풍선을 계속 불면 풍선 속 기체 분자의 수가 증가한다. 기체 분자의 수가 증가할수록 풍선은 커지고 단단해진다. 이것은 풍선 속에 있는 기체의 압력이 커지기 때문이다.

풍선 속 기체 분자의 수가 일정할 때 기체 분자가 풍선의 벽을 바깥쪽으로 계속 밀고 있는데도 풍선이 계속 커지지 않는 이유는 무엇일까? 그것은 풍선의 바깥에서도 공기 분자의 운동에 의해 풍선의 벽을 안쪽으로 미는 압력이 작용하기 때문이다. 즉, 풍선의 안쪽에서 바깥쪽으로 미는 압력과 바깥쪽에서 안쪽으로 미는 압력이 균형을 이루어 풍선의 크기가 일정하게 유지되는 것이다.

이때 풍선의 바깥쪽에서 안쪽으로 작용하는 공기의 압력은 대기압이다. **대기압**은 지구를 둘러싸고 있는 대기에 의한 압력을 말하며, 우리는 항상 대기압의 영향을 받는다. 지표면 가까이에서는 중력에 의해 공기의 밀도가 크므로 대기압이 크고, 지표면으로부터 높이 올라갈수록 중력이 작아져서 공기의 밀도가 작기 때문에 대기압이 작아진다.

밀도
어떤 물질의 질량을 부피로 나눈 값으로, 보통 부피 $1\ cm^3$의 질량으로 나타낸다.





잠깐 체크 고무풍선의 크기가 일정할 때, 고무의 탄성을 고려하여 풍선 안쪽 기체의 압력과 대기압의 크기를 비교해 보자.

과학 자료실 토리첼리의 대기압 측정



토리첼리는 물보다 밀도가 13.6배 큰 수은으로 대기압을 측정하는 실험을 하였다.

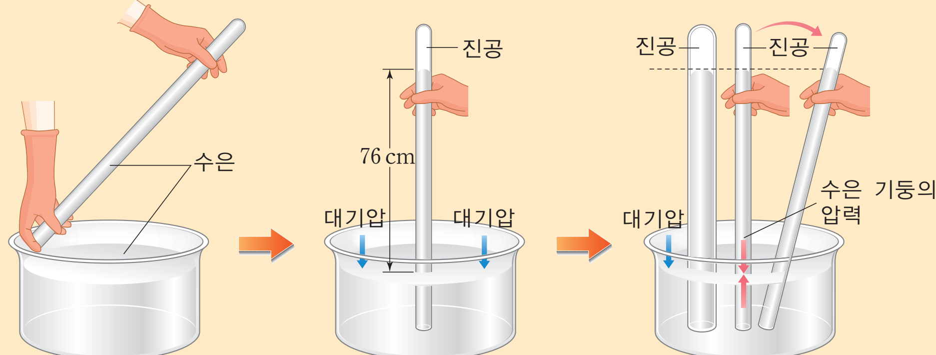
그는 먼저 한쪽 끝이 막힌 길이 1 m 정도의 유리관 속에 수은을 가득 채웠다. 그리고 수은이 담겨 있는 그릇에 이 유리관을 거꾸로 세웠더니 그릇의 수은면으로부터 수은 기둥의 높이가 76 cm 되는 지점까지 수은이 내려가고, 유리관의 윗부분에 빈 공간이 생겼다. 다른 굵기의 유리관을 사용하거나 유리관을 옆으로 기울여도 수은 기둥의 높이가 항상 76 cm로 일정하게 유지된다는 사실을 발견하고, 수은 기둥의 높이를 76 cm로 유지시키는 어떤 힘이 작용한다는 생각을 하게 되었다.

이 실험을 통해 토리첼리는 수은이 더 이상 내려가지 못하는 것은 수은의 압력과 같은 크기로 공기의 압력이 작용하기 때문이라고 생각하고, 이 압력을 대기압이라고 하였다.



▲ 토리첼리

▼ 토리첼리의 실험





압력에 따른 기체의 부피 변화



가족들과 설악산을 오르기로 한 철수는 평소에 좋아하던 과자를 배낭에 넣어 갔다. 대청봉에 올라가서 과자를 먹으려고 꺼냈더니 과자 봉지가 팽팽하게 부풀어 올라 있었다. 그 이유는 무엇일까?

과자 봉지 속에는 과자가 부서지거나 변질되는 것을 방지하기 위한 질소 기체가 들어 있고, 높은 산에는 공기의 양이 적어서 대기압이 작다. 따라서 과자 봉지 속의 기체가 봉지를 밀어내는 압력이 산에서의 대기압보다 커져서 과자 봉지의 부피가 늘어나는 것이다.

기체에 압력을 가하면 부피가 줄어들고, 압력을 제거하면 부피가 원래 상태로 되돌아온다. 실제로 압력과 기체의 부피 사이에 어떤 관계가 있는지 알아보자.



탐구 활동 | 압력에 따른 기체의 부피 변화

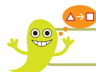
실험(동영상)

목·표

압력에 따른 주사기 속 공기의 부피 변화를 알아보고, 압력과 기체의 부피 관계를 설명할 수 있다.

준·비·물

주사기, 플라스틱 관, 압력계



과정

❶ 주사기 끝에 플라스틱 관을 끼운다.
❷ 주사기의 피스톤을 잡아당겨 공기 50 mL를 넣는다.
❸ 압력계에 플라스틱 관의 다른 끝을 끼워 연결한다.





❹ 주사기의 피스톤을 눌러 압력계의 압력을 0.2기압 간격으로 증가시키면서 각 기압에서의 공기 부피를 측정한다.



유·의·점

1. 주사기의 피스톤을 누를 때 공기가 새어 나가지 않도록 플라스틱 관을 잘 밀폐한다.
2. 주변에는 항상 약 1기압의 대기압이 작용하고 있음을 안다.
3. 압력계는 MPa 단위를 사용하고 있다. 따라서 압력계의 눈금 0.02는 0.2기압을 나타낸다.

탐 | 구 | 도 | 우 | 미

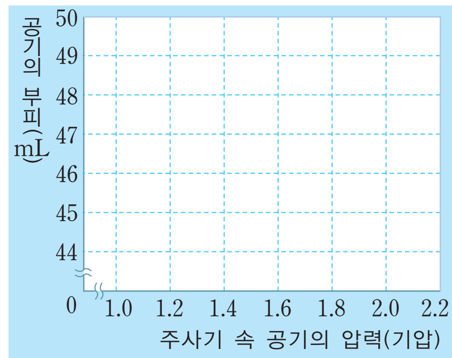
- 압력계의 바늘이 0을 가리킬 때, 주사기 속 공기의 압력은 대기압과 같으므로 1기압이 된다.
- 주사기의 피스톤을 눌러 압력계의 바늘이 0.2기압을 가리킬 때 주사기 속 공기의 압력은 1.2기압이 된다.

결과

1 압력을 변화시키면서 측정한 주사기 속 공기의 부피를 다음 표에 기록해 보자.

압력계의 눈금(기압)	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
주사기 속 공기의 압력(기압)	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2
주사기 속 공기의 부피(mL)							

2 압력에 따른 주사기 속 공기의 부피를 그래프로 그려 보자.



3 주사기 속 공기의 압력과 부피를 곱한 값을 구해 보자.

해석

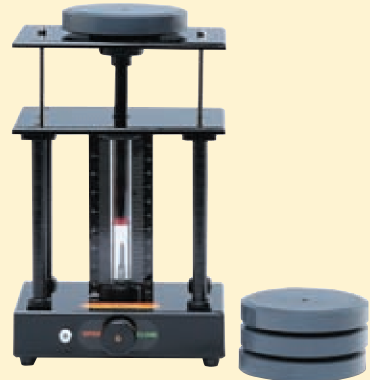
1 일정한 온도에서 압력과 기체의 부피 사이의 관계를 설명해 보자.

2 일정한 온도에서 압력과 기체의 부피 사이의 관계를 수식으로 나타내어 보자.



탐구의 확장 보일 법칙 실험 장치로 알아보는 압력에 따른 기체의 부피 변화

과정 보일 법칙 실험 장치에 6 mL의 공기를 넣고, 판 위에 추를 1개씩 올려놓으면서 실린더 내부의 공기 부피를 측정한다.



결과

1 추의 개수를 달리하면서 측정한 공기의 부피를 다음 표에 기록해 보자.

추의 개수(개)	0	1	2	3	4
공기의 부피(mL)					

2 추의 개수를 가로축, 공기의 부피를 세로축으로 하여 그래프를 그려 보자.

해석 판 위에 올려놓은 추의 개수와 공기의 부피 사이에는 보일 법칙이 성립하지 않는다. 만약 대기압이 1기압이고, 추 1개에 의해 나타나는 압력이 1기압이라면 보일 법칙이 성립하는지 확인해 보자.

기체의 부피는 압력에 따라 변하는데, 실험에 의하면 압력이 2배, 3배, 4배, …로 증가할 때 기체의 부피는 $\frac{1}{2}$배, $\frac{1}{3}$배, $\frac{1}{4}$배, …로 감소한다. 즉, 일정한 온도에서 기체의 부피와 압력의 곱은 일정하다.

영국의 과학자 보일은 실험을 통해 이와 같은 사실을 발견하여 '온도와 기체의 양이 일정할 때, 기체의 부피는 압력에 반비례한다.'라고 발표하였는데, 이것을 **보일 법칙**이라고 한다.



인터넷 과학 세상

사이언스올(www.scienceall.com)의 자바 실험에 접속하여 압력과 기체의 부피 관계에 대해 살펴보자.

검색 보일 법칙

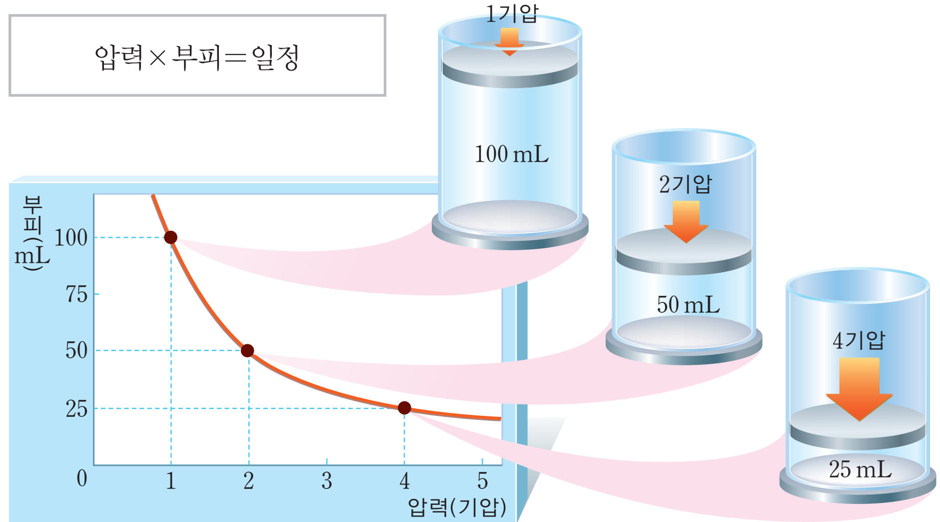
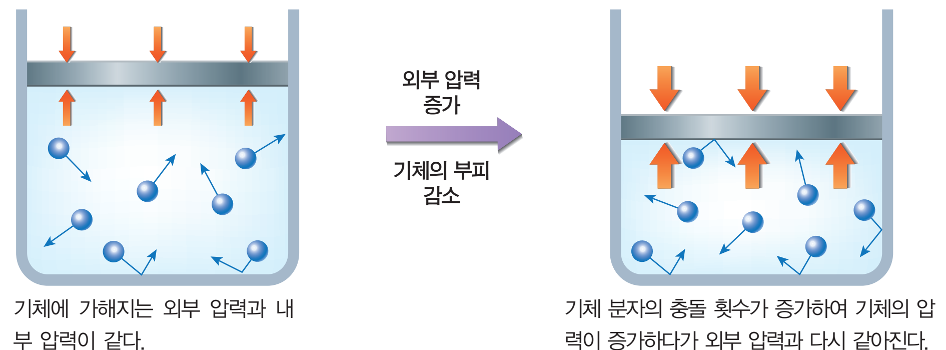


그림 Ⅵ-26 압력에 따른 산소 기체의 부피 변화

분자 운동으로는 보일 법칙을 어떻게 설명할 수 있을까?

기체가 들어 있는 실린더의 부피가 일정하게 유지되는 것은 내부 압력과 외부 압력이 같기 때문이다. 이때 외부 압력이 증가하면 기체의 부피가 감소한다. 기체의 부피가 감소할수록 기체 분자 사이의 거리가 가까워져 실린더 내의 단위 부피당 기체 분자의 수가 증가하므로, 기체 분자가 실린더의 벽면에 충돌하는 횟수가 많아져서 내부 압력이 증가한다. 내부 압력과 외부 압력이 같아지면 부피는 더 이상 감소하지 않고 일정하게 유지된다.

그림 Ⅵ-27 압력이 증가함에 따른 기체 분자의 운동 모형



기체에 가해지는 외부 압력과 내부 압력이 같다.

기체 분자의 충돌 횟수가 증가하여 기체의 압력이 증가하다가 외부 압력과 다시 같아진다.

반대로 외부 압력이 감소하면 기체의 부피가 증가한다. 기체의 부피가 증가할수록 기체 분자 사이의 거리가 멀어져서 실린더 내의 단위 부피당 기체 분자의 수가 감소하므로, 기체 분자가 실린더의 벽면에 충돌하는 횟수가 적어져서 내부 압력은 감소한다. 내부 압력과 외부 압력이 같아지면 부피는 더 이상 증가하지 않고 일정하게 유지된다.

보일 법칙과 관련된 현상은 우리 주변에서도 찾아볼 수 있다.

샴푸, 화장품 등의 용기 중에는 꼭지를 눌러 용기 안의 내용물이 나오게 만들어진 것들이 있다. 이것은 꼭지를 눌러 외부 압력을 증가시키면 용기 안 기체의 부피가 감소하여 내부 압력에 의해 용기 안의 내용물이 바깥으로 밀려 나오는 원리를 이용한 것이다.

반면, 풍선을 공기 중으로 날렸을 때 위로 올라갈수록 풍선이 커지다가 결국 터지거나, 바닷속을 촬영한 영상에서 잠수부들이 숨쉴 때 나오는 공기 방울이 수면에 가까워질수록 점점 커지는 것을 볼 수 있다. 이것은 외부 압력이 감소하여 기체의 부피가 증가하기 때문에 나타나는 현상이다.

스스로 해결하기

공기가 들어 있는 작은 풍선을 주사기 안에 넣은 다음 주사기의 피스톤을 당기면 풍선의 크기가 (　　　)지고, 피스톤을 밀면 풍선의 크기가 (　　　) 진다.





그림 Ⅵ-28 펌프식 용기



그림 Ⅵ-29 잠수부가 내뿜는 공기 방울

잠수부가 사용하는 산소통에는 부피에 비해 많은 양의 공기가 들어 있다. 기체는 압력을 가하면 부피가 줄어드는 성질을 가지고 있어 압축이 가능하다. 그러나 이 경우 기체의 압력이 증가하므로 용기는 압력에 충분히 견딜 수 있어야 한다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

온도와 기체의 양이 일정할 때, 압력이 커지거나 작아지면 기체의 부피는 어떻게 변하는가?

생활 속 문제 해결하기

공기 펌프로 자전거 타이어에 공기를 넣을 때 공기 펌프와 타이어 속 공기의 압력을 비교해 보자.

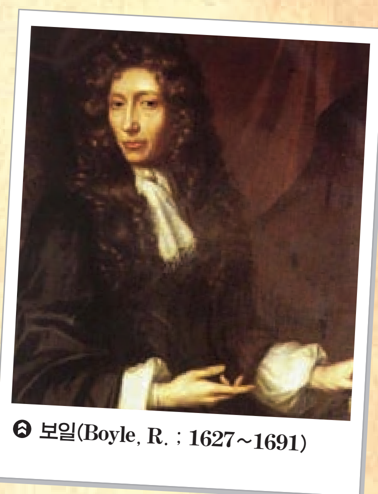
창의 · 인성 키우기

농구를 할 때 밑창에 공기 주머니가 들어 있는 운동화를 신는 이유를 보일 법칙과 연관지어 설명해 보자.

보충·심화

창의·인성 활동

보일 법칙의 발견


보일(Boyle, R. ; 1627~1691)

보일은 영국의 귀족 집안에서 태어나 개인 가정 교사로부터 교육을 받고 이튼 스쿨을 졸업하였다. 1641년에 유럽을 여행하며 과학 지식을 넓혔는데, 이때 갈릴레오의 저서를 읽고 근대 과학에 눈을 뜨게 되었다. 영국으로 돌아온 보일은 1647년에 개인 실험실을 차리고 연구를 시작하였다.

보일은 공기와 진공의 성질을 연구하였는데, 1659년에 훅의 도움으로 공기 펌프를 만들어 공기의 탄력을 설명하였다. 그리고 1662년에는 "공기의 탄력과 무게에 관한 학설의 옹호"를 저술함으로써 보일 법칙을 발표하였다.

보일 법칙 실험에서 그는 자신이 특별 제작한 유리관을 사용하였다. 이 유리관은 양쪽 길이가 서로 다른 J자 모양으로, 유리관의 길이는 무려 3 m나 되었다. 실험 과정 중 가장 어려웠던 것은 유리관에 수은을 넣어 공기를 압축하는 일이었다. 압축된 공기의 압력을 견디지 못한 유리관이 터지는 바람에 수없이 새로운 유리관을 만들어야 했고, 흩어진 수은을 모아야만 하였다. 이것은 기체의 압력이 얼마나 큰 힘을 나타낼 수 있는지 말해 주는 것이다.

많은 실패를 거듭한 끝에 보일은 마침내 공기를 압축하는 데 성공하였고, 유리관 속으로 들어가는 수은의 양이 많아질수록 유리관의 짧은 쪽 끝에 있는 공기가 점점 압축되어 그 부피가 작아짐을 발견하였다. 압력과 기체의 부피 사이의 관계를 규정한 이 법칙을 프랑스에서는 마리오트 법칙이라고 부르는데, 이는 보일보다는 늦었지만 마리오트도 동일한 법칙을 발표하였기 때문이다.

보일은 평생 동안 많은 실험과 활발한 저술 활동을 벌여 실용 화학을 학문으로 발전시키는 데 큰 기여를 하였다.

토론하기 보일 법칙에는 압력에 따른 기체 분자들의 운동 변화에 대한 설명이 없다. 만약 우리가 이 법칙을 발견했다면 어떻게 설명할 수 있을까?


J자관 실험

STEAM 융합

호흡과 보일 법칙

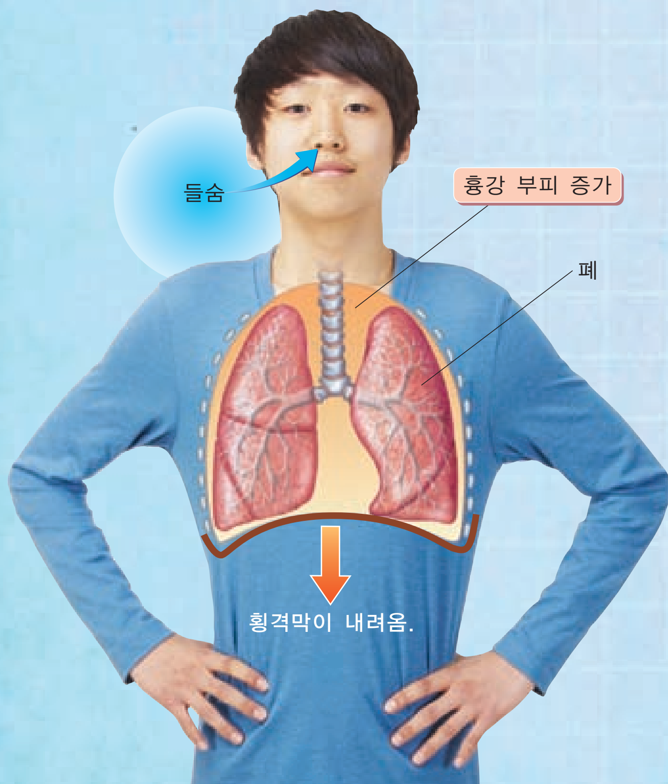
사람은 숨을 쉼으로써 생명을 유지하고 생활에 필요한 에너지를 얻을 수 있다. 우리가 숨을 들이마실 때에는 가슴이 올라오고, 숨을 내쉴 때에는 가슴이 다시 내려가는 것을 느끼게 되는데, 이것은 숨을 쉬는 것이 폐의 크기와 연관이 있다는 증거가 된다. 이에 대하여 좀 더 자세히 알아보자.

사람은 편안한 상태에서 1분에 약 18회 호흡하고, 한 번 호흡할 때마다 약 500 mL의 공기를 들이마시거나 내쉰다.

숨을 들이마실 때에는 갈비뼈가 위로 올라가고 횡격막이 아래로 내려와 흉강의 부피가 증가한다. 흉강의 부피가 증가하면 보일 법칙에 따라 흉강의 압력이 낮아지므로 몸 밖의 공기가 흉강 속에 있는 폐로 들어온다. 이때 폐와 몸 밖의 압력 차이는 1 mmHg 정도이지만, 공기가 폐로 들어가기에는 충분한 차이이다.

반대로 숨을 내쉴 때에는 갈비뼈가 아래로 내려오고 횡격막이 위로 올라가 흉강의 부피가 감소한다. 흉강의 부피가 감소하면 보일 법칙에 따라 흉강의 압력이 증가하므로 흉강 속 폐 안의 공기가 몸 밖으로 나간다.

숨을 들이마실 때



숨을 내쉴 때



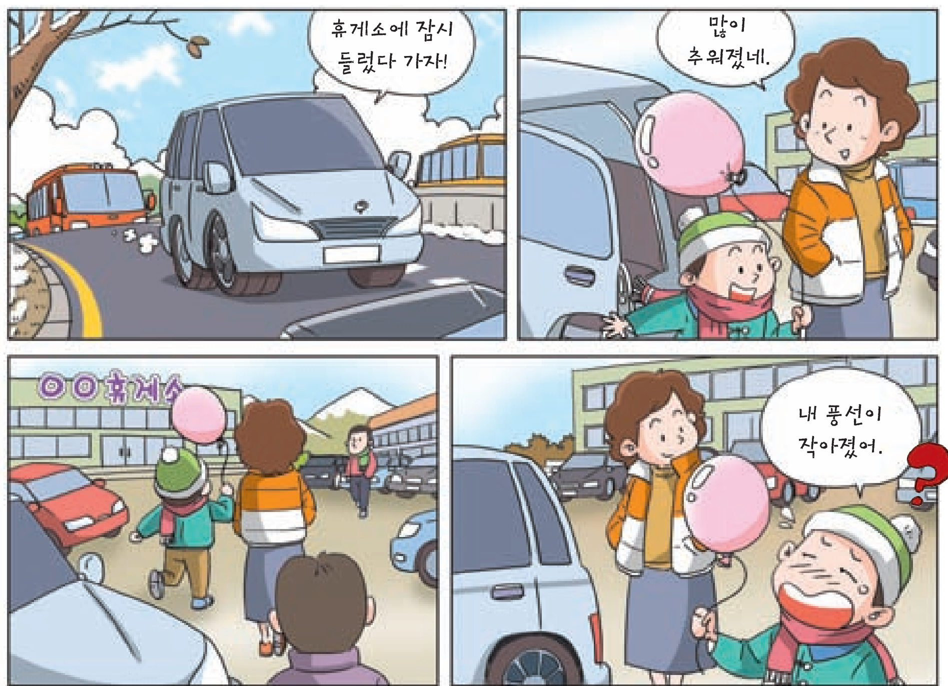
1-3 온도에 따른 기체의 부피 변화



학습 목표

- 온도와 기체의 부피 관계를 설명할 수 있다.
- 온도 변화에 따른 기체 분자의 배열 및 운동 상태의 변화를 모형으로 설명할 수 있다.

겨울 방학을 맞아 온 가족이 시골에 계신 할머니, 할아버지 댁으로 가고 있다. 가는 도중 고속 국도에 있는 휴게소에 들렀는데, 초등학생인 막내가 차 안에서 가지고 놀던 풍선을 가지고 내렸다. 잠시 후 막내는 풍선의 크기가 작아졌다고 투덜거린다. 어떻게 된 일일까?



페트병에 담긴 물을 컵에 따라 마신 후, 남은 물은 뚜껑을 닫아서 냉장고에 넣어 둔다. 몇 시간이 지나 다시 물을 마시려고 냉장고를 열어 보면 페트병이 찌그러져 있는데, 이 페트병을 냉장고에서 꺼내어 두면 다시 원래의 모양으로 되돌아온다. 이것은 온도가 낮아지면 페트병 속에 있는 기체의 부피가 감소하고, 온도가 높아지면 페트병 속에 있는 기체의 부피가 증가하기 때문에 일어나는 현상이다.

추운 날 실내보다 실외에서 풍선의 크기가 작아지는 것도 온도가 낮아짐에 따라 풍선 속에 있는 기체의 부피가 감소하기 때문이다. 온도와 기체의 부피 사이에 어떤 관계가 있는지 알아보자.

그림 Ⅵ-30 냉장고 안과 밖에서의 페트병의 부피 변화







탐구 활동 | 온도에 따른 기체의 부피 변화

실험

목·표

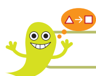
온도에 따른 주사기 속 공기의 부피 변화를 통해 온도와 기체의 부피 관계를 설명할 수 있다.

준·비·물

주사기, 고무마개, 수조, 비커, 온도계, 스탠드, 링, 전기 주전자, 물, 장갑

유·의·점

1. 뜨거운 물은 정수기의 온수를 사용해도 된다.
2. 뜨거운 물이 담긴 비커를 잡을 때 화상을 입을 수 있으므로 반드시 장갑을 끼고 두 손으로 잡는다.



과정

❶ 주사기에 공기를 약 10 mL 넣고, 끝부분을 고무마개로 막는다.
❷ 수조에 ❶의 주사기를 넣고 상온의 물을 주사기가 반쯤 잠길 정도로 부은 다음 그림과 같이 온도계를 설치한다.
❸ 주사기의 부피가 일정해지면 물의 온도와 주사기 속 공기의 부피를 측정한다.
❹ 수조에 뜨거운 물을 약 400 mL 붓고 저어 준 다음 주사기의 부피가 일정해지면 물의 온도와 주사기 속 공기의 부피를 다시 측정한다.
❺ 과정 ❹를 3 ~ 4회 반복한다.





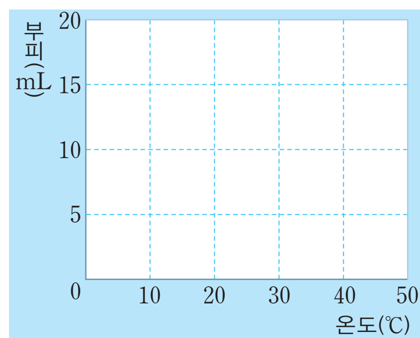


결과

1 각 과정에서 물의 온도에 따른 주사기 속 공기의 부피를 다음 표에 기록해 보자.

물의 온도(℃)						
공기의 부피(mL)						

2 위의 값으로부터 그래프를 그려 보고, 온도에 따른 공기의 부피 변화를 설명해 보자.



3 온도 1℃가 변할 때 공기의 부피 변화량을 구해 보자.



해석

창의·인성

1 일정한 압력에서 온도와 기체의 부피 사이에는 어떤 관계가 있는지 설명해 보자.

2 온도를 낮추면 주사기 속에 있는 공기의 부피가 어떻게 변할지 토의해 보자.

기체의 부피는 온도에 따라 변하는데, 일정한 압력에서 온도가 1℃ 변할 때마다 부피가 일정하게 변한다.

$$\frac{\text{나중 기체의 부피} - \text{처음 기체의 부피}}{\text{나중 온도} - \text{처음 온도}} = \frac{\text{기체의 부피 변화량}}{\text{온도 변화량}} = \text{일정}$$

이것은 온도가 높아짐에 따라 기체의 부피가 일정하게 증가함을 나타내므로, 온도에 따른 기체의 부피를 그래프로 나타내면 직선이 된다.

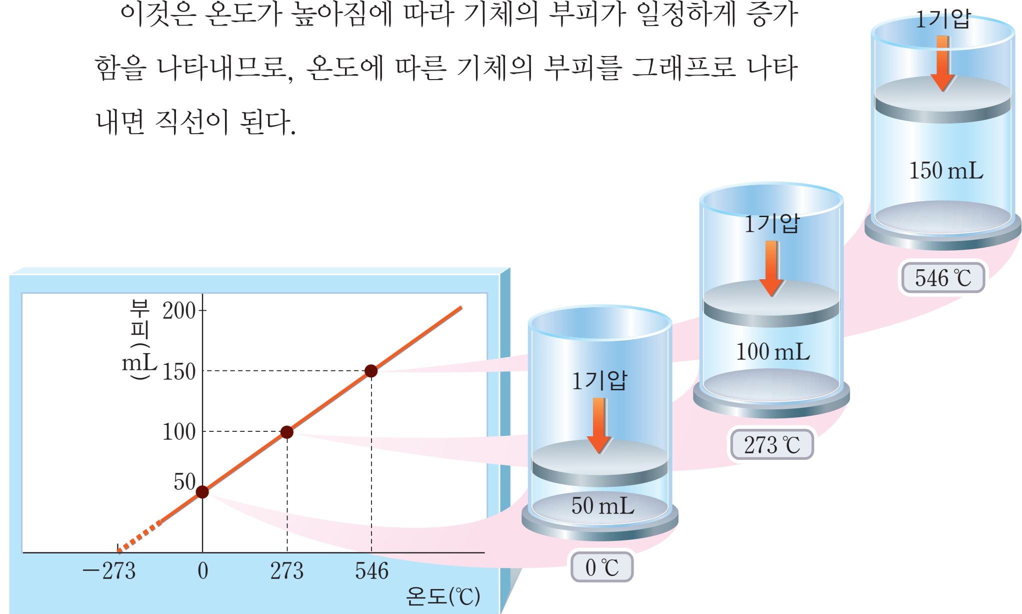


그림 Ⅵ-31 온도에 따른 산소 기체의 부피 변화

그림 Ⅵ-31을 보면, 온도가 273℃일 때 산소 기체의 부피는 0℃일 때 부피의 2배이다. 그리고 그래프 선을 연장하여 부피가 0이 되는 온도를 찾으면 −273℃임을 알 수 있다.



도서관 속 과학 세상

샤를의 일생이 기록된 책을 읽고, 샤를 법칙이 발견되기까지의 과정을 알아보자.

프랑스의 과학자 샤를은 실험을 통해 이와 같은 사실을 발견하여 '압력과 기체의 양이 일정할 때, 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다.'라고 발표하였는데, 이것을 **샤를 법칙**이라고 한다.

실제로는 온도를 계속 낮출 경우 기체는 액체 상태나 고체 상태로 변하기 때문에 부피가 0이 되는 것을 확인할 수 없다. 그러나 액체 상태나 고체 상태로 변하지 않고 일정하게 부피가 감소한다는 가정하에서는 부피가 0이 되는 온도를 예상할 수 있다. 이 온도를 0 K이라고 하며, 0 K을 기준으로 섭씨온도의 눈금과 같은 크기로 눈금을 정한 온도가 **절대 온도**이다. 즉, 절대 온도 0 K에서 기체의 부피는 0이고, 기체의 부피는 절대 온도에 비례한다. 따라서 1기압, 100 K에서 부피가 1 L인 기체는 같은 압력에서 온도를 200 K으로 높이면 부피가 2 L가 되고, 온도를 400 K으로 높이면 부피가 4 L가 된다.



절대 온도

과학에서 주로 사용하는 온도로서, 섭씨온도에 273을 더한 값과 같다.
절대 온도(K)
= 섭씨온도(℃)+273

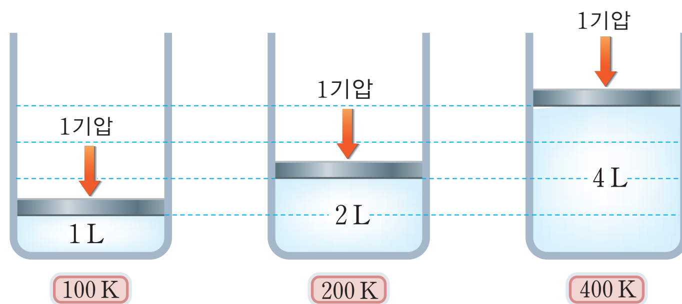
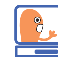


그림 Ⅵ-32 절대 온도에 따른 기체의 부피 변화


인터넷 속 과학 세상

사이언스올(www.scienceall.com)의 자바 실험에 접속하여 온도와 기체의 부피 관계에 대해 살펴보자.

검색 샤를 법칙

피스톤이 자유롭게 움직여 일정한 압력이 유지되는 실린더를 이용하여 온도에 따라 기체의 부피가 변하는 현상을 분자 운동으로 설명해 보자.



피스톤이 정지하고 있을 때 기체의 압력과 대기압은 같다. 그러나 실린더 안의 온도가 높아지면 기체 분자의 운동이 활발해져서 실린더 벽에 기체 분자가 충돌하는 횟수가 많아지고, 한 번 충돌할 때 실린더의 벽에 전달되는 힘도 커진다. 따라서 기체의 압력이 증가하여 피스톤이 위로 움직이면서 기체의 부피는 증가한다. 이때 기체 분자들이 실린더의 벽에 충돌하는 횟수가 적어지면서 기체의 압력이 점점 작아지다가 대기압과 같아지면 피스톤이 정지하여 부피가 일정한 상태를 유지한다.

반대로 실린더 안의 온도가 낮아지면 기체 분자의 운동이 둔해져서 실린더 벽에 기체 분자가 충돌하는 횟수가 적어지고, 한 번 충돌할 때 실린더 벽에 전달되는 힘도 작다. 따라서 기체의 압력이 작아지므로 그만큼 피스톤은 아래로 움직여 기체의 부피가 감소한다.

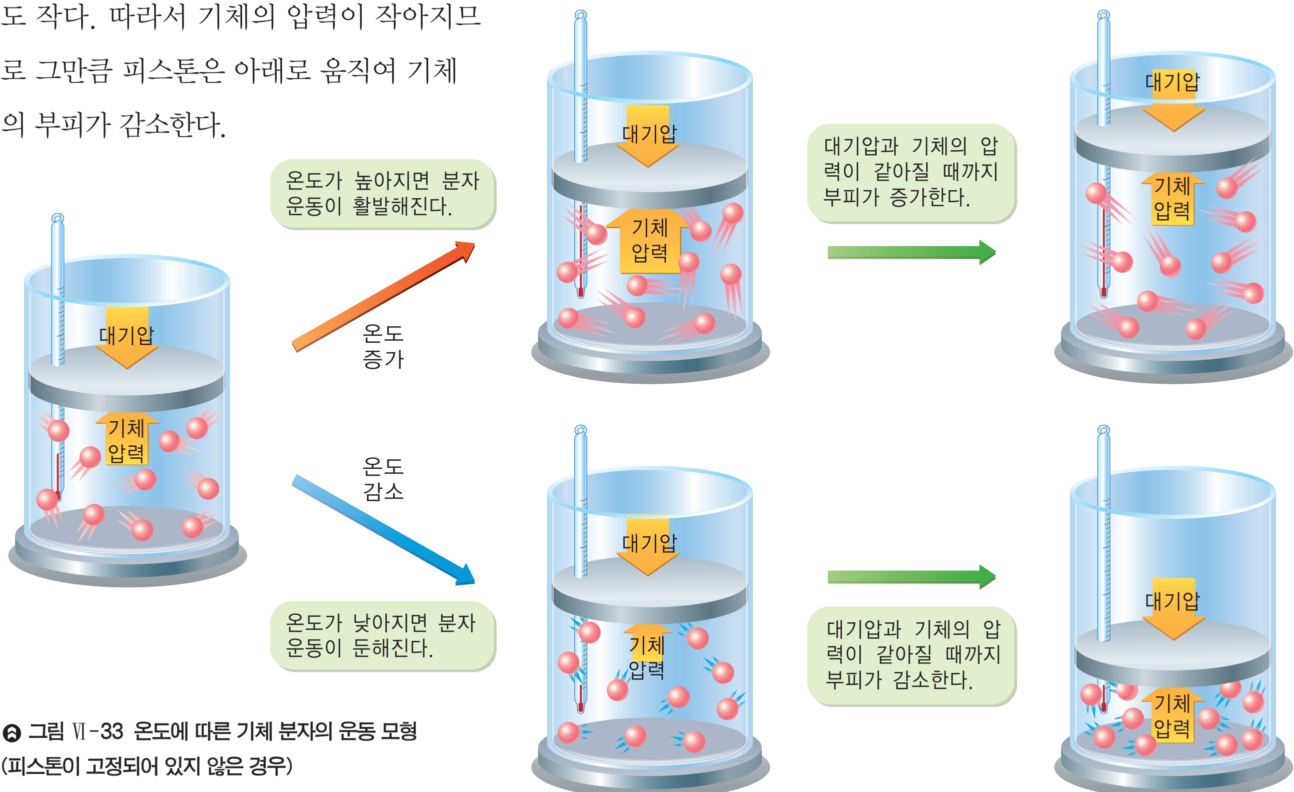


그림 Ⅵ-33 온도에 따른 기체 분자의 운동 모형
(피스톤이 고정되어 있지 않은 경우)

스스로 해결하기

냉장고 속에 있었던 요구르트 병에 빨대를 꽂아 조금 마신 다음, 요구르트 병을 손으로 잡고 있으면 빨대 속에 있던 기체의 압력이 (   )하여 요구르트가 저절로 올라간다.



피스톤이 고정되어 있어서 움직일 수 없다면 어떻게 될까?

온도가 높아졌을 때 기체 분자의 운동은 활발해지지만, 피스톤이 고정되어 있기 때문에 기체의 부피는 증가하지 못하고 기체의 압력만 증가한다. 반대로 온도가 낮아졌을 때에는 기체 분자의 운동이 둔해지지만, 피스톤이 고정되어 있어서 기체의 부피가 감소하지 못하고 기체의 압력만 감소한다.

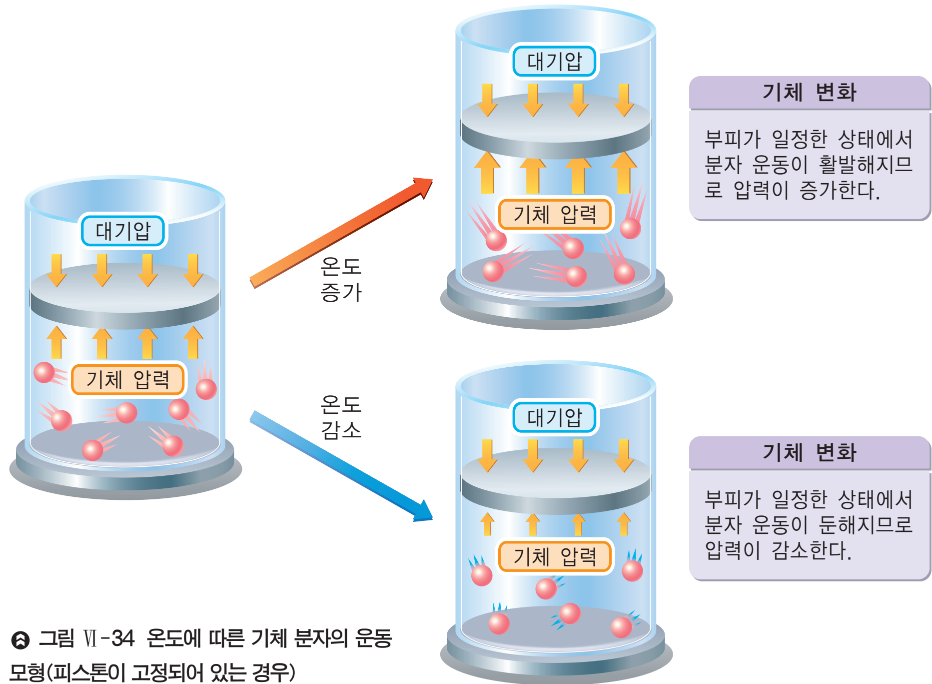


그림 Ⅵ-34 온도에 따른 기체 분자의 운동 모형(피스톤이 고정되어 있는 경우)

샤를 법칙과 같이 온도에 따라 기체의 부피가 변하는 경우를 찾아보자.

농구공이나 축구공이 찌그러지면 공기 주입구를 통해 공기를 더 넣으면 되지만, 탁구공은 공기 주입구가 없기 때문에 한번 찌그러지면 펴기가 쉽지 않다. 이때 찌그러진 탁구공을 끓는 물에 넣으면 탁구공 안에 있는 기체의 온도가 높아져 기체의 부피가 증가하기 때문에 찌그러진 부분이 펴진다.



그림 Ⅵ-35 찌그러진 탁구공 펴기

한편, 온도의 변화에도 불구하고 용기의 부피가 일정하여 기체의 부피가 변하지 않고 기체의 압력이 변하는 경우를 찾아보자.

자동차의 타이어는 부피가 거의 일정하다. 따라서 자동차가 달릴 때 타이어에 열이 발생하여 온도가 높아지면 타이어의 압력이 높아지고, 자동차가 멈춘 후 시간이 지나면 열이 식어서 원래의 압력으로 돌아온다. 그러므로 자동차가 달리고 난 직후 타이어에 있는 공기의 압력이 높다고 해서 공기를 빼지 않도록 하며, 타이어 공기의 압력은 반드시 타이어가 식은 상태에서 조정해야 한다.



그림 Ⅵ-36 자동차 타이어의 압력 측정

냉장고에 넣어 둔 밀폐 용기를 꺼내서 열려고 하면 가끔 쉽게 열리지 않는 경우가 있다. 이것은 냉장고 안에서 밀폐 용기 내부의 압력이 대기압보다 작아졌기 때문이다.

열기구는 용기의 부피가 거의 일정하지만 밀폐되어 있지 않고 열려 있기 때문에 온도가 미치는 영향이 자동차의 타이어나 밀폐 용기와는 다르게 나타난다.

열기구를 띄울 때 열기구 안의 공기를 가열하면 공기의 부피가 증가한다. 이때 열기구의 부피는 일정하고 열기구 아래가 열려 있기 때문에 이곳으로 공기가 빠져나온다. 그러면 열기구가 가벼워져서 공중으로 떠오르는 것이다. 반대로 열기구 안에 있는 공기의 가열을 멈추면 공기의 부피가 감소하면서 바깥 공기가 열기구 안으로 들어가서 무거워진 열기구가 내려온다.

피펫
일정한 부피의 액체를 옮기는 데 사용하는 유리관이다.

잠깐 체크 피펫 끝에 물방울이 남아 있어 피펫 윗부분을 손가락으로 막고 중간 부분을 감쌌더니 물방울이 아래로 떨어졌다. 이런 현상이 일어난 이유는 무엇인가?

그림 Ⅵ-37 냉장고에 넣어 둔 밀폐 용기

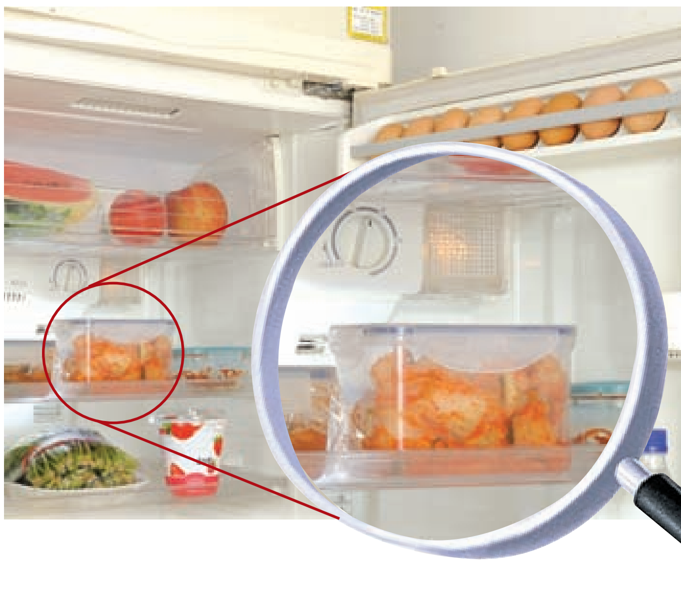


그림 Ⅵ-38 열기구





해 보기 비닐봉지 열기구

실험

|준비물|

비닐봉지, 솜, 알코올, 스포이트, 가는 철사, 실, 셀로판테이프, 점화기, 장갑, 젖은 걸레

|과정|

❶ 비닐봉지의 입구를 대략 3등분하여 셀로판테이프로 철사를 붙인다.

유의! 철사는 지름이 0.3 ~ 0.4 mm인 것을 사용한다. 굵은 철사를 사용하면 무거워서 비닐봉지가 떠오르지 못할 수 있다.

❷ 세 가닥의 철사를 비닐봉지가 팽창했을 때 중심에 오게 하여 철사에 솜을 감고, 비닐봉지의 입구 양쪽에 실을 연결한다.

유의! 솜의 위치는 비닐봉지의 입구에서 15 cm 정도에 오게 한다.

❸ 비닐봉지를 들어올려 펴고 솜에 알코올을 5 mL 정도 떨어뜨린 다음 불을 붙인다.

유의! 알코올은 5 mL 이상 사용하지 않는다.

❹ 비닐봉지가 팽창하여 떠오를 것 같은 느낌이 들 때에 손을 떼면 가볍게 떠오른다.

유의! 알코올의 화력이 약해져 비닐봉지가 떨어지면 젖은 걸레로 불을 감싸면서 끈다.







|결과|

1 알코올을 떨어뜨린 솜에 불을 붙였을 때 비닐봉지 열기구가 떠오르는 이유를 설명해 보자.

2 알코올의 화력이 약해지면 비닐봉지 열기구가 떨어지는 이유를 설명해 보자.

자기 주도 학습

개념 확인하기

압력이 일정할 때 온도가 높아지거나 낮아지면 기체의 부피는 어떻게 변하는가?

창의·인성 키우기

온도에 따른 기체의 부피 변화를 이용하여 온도계를 만들어 보자.

STEAM 융합

그래프 그리기는 어려워?

보일 법칙과 샤를 법칙을 배우면서 온도에 따른 기체의 부피 변화나 압력에 따른 기체의 부피 변화를 그래프로 그려 보았다. 과학에서는 탐구 활동의 결과로 여러 가지 측정값을 얻어 내고 계산하여 기록한다. 이때 표로 정리하여 일정한 규칙을 알아볼 수도 있으나, 측정값을 그래프로 나타내면 한눈에 그 변화를 알 수 있고 두 요인 사이의 관계도 쉽게 해석할 수 있다.

다음 제시된 측정값을 가지고 그래프를 그리는 방법을 알아보자.

압력에 따른 기체의 부피 변화 측정

압력(기압)	1	2	3	4	5
기체의 부피(mL)	10	5	3.3	2.5	2

1 변화 요인과 단위 쓰기

가로축과 세로축에 탐구 활동에서 변화되는 요인을 적고, 단위를 표시한다. 이때 가로축에는 변화시킨 요인을 적고, 세로축에는 변화된 요인을 적는다.



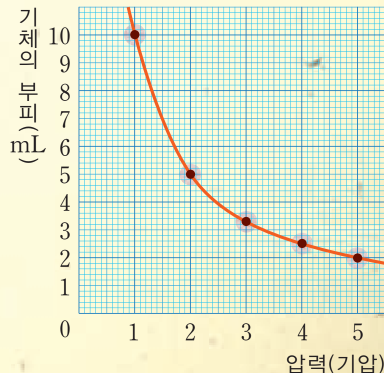
2 눈금 매기기

가로축과 세로축에 눈금을 매긴다. 이때 가로축의 맨 오른쪽 눈금과 세로축의 맨 위쪽 눈금은 요인의 가장 큰 값과 같거나 커야 한다.



3 점찍기와 선긋기

가로축과 세로축의 눈금에서 각 측정값을 찾아 두 측정값이 만나는 곳에 점을 찍는다. 그런 다음 가능한 한 모든 점을 지날 수 있도록 직선이나 곡선을 그린다.



2

» 중단원 미리 보기

물질의 상태 변화





세 가지 상태의 변화

암석은 고체, 물은 액체, 공기는 기체 상태인 것처럼 우리 주변의 물질은 세 가지 상태 중 한 가지 상태로 존재한다. 한 가지 상태로 존재하던 물질이 다른 상태로 변할 수 있을까?



자동차 경주와 분자 배열

나란히 서 있던 자동차들이 출발 신호에 맞추어 경주를 펼치면 배열이 점점 무질서해진다. 물질의 상태가 변할 때에는 분자 배열이 어떻게 달라질까?

액체 상태의 물은 온도가 영하로 내려가면 고체 상태의 얼음이 되고, 물을 끓이면 기체 상태의 수증기가 된다. 이처럼 물질의 상태는 온도에 따라 변할 수 있는데 상태 변화의 종류에는 어떤 것들이 있으며, 물질의 상태가 변하는 이유는 무엇일까?



음료수에 넣은 얼음의 융해열

음료수에 얼음을 넣으면 얼음이 녹으면서 음료수가 시원해진다. 그 이유는 무엇일까?



감자를 튀길 때의 분자 운동

뜨거운 기름에 감자를 넣으면 감자 주변의 기름이 부글부글 끓는 것처럼 보이는 이유는 무엇일까?

2-1 상태 변화의 종류와 특징



학습 목표

- 물질의 세 가지 상태는 서로 변화될 수 있음을 설명할 수 있다.
- 여러 가지 물질의 융해, 응고, 액화, 기화, 승화 현상을 관찰하고, 상태 변화가 물리 변화임을 설명할 수 있다.

세계에는 우리나라와 같이 사계절이 골고루 나타나는 나라가 있는가 하면 겨울이 긴 나라도 있고, 여름이 긴 나라도 있다. 다양한 계절과 같이 세계 곳곳에서는 눈이 오고 호수가 얼거나 빙하가 녹고, 물이 마르는 것과 같은 현상들이 나타난다. 이와 같은 현상은 어떻게 일어나는 것일까?



북미 지역_ 눈이 오고 호수가 언다.



아프리카 지역_ 물이 모두 말라 있다.

물은 액체 상태, 수증기는 기체 상태, 얼음은 고체 상태인 것처럼 우리 주변의 물질들은 고체, 액체, 기체 중 어느 한 가지 상태로 존재한다.

과학실에서 주로 사용하는 비커와 눈금 실린더는 고체, 부엌에서 볼 수 있는 식초와 식용유는 액체, 눈에 보이지 않지만 숨 쉬는 데 꼭 필요한 공기는 기체이다. 물질의 세 가지 상태는 서로 다른 성질을 가지고 있다.

고체 상태 모양과 부피가 일정하고 단단하며, 흐르지 않고 힘을 주어도 압축되지 않는다.





고체가 액체로, 액체가 기체로, 고체가 기체로 변할 수 있으며 그 반대 방향으로 변하기도 한다. 예를 들어 냉장고에 있는 얼음을 꺼내 놓으면 녹아서 물이 되고, 물을 끓이면 수증기가 된다. 수증기는 다시 물방울로 맺히기도 하며, 물을 얼리면 얼음이 된다. 이와 같이 물질의 상태가 온도와 압력에 따라 변하는 것을 **상태 변화**라고 한다.

수증기와 김
물을 끓이면 '수증기'가 생기지만 수증기는 눈에 보이지 않으며, 우리 눈에 보이는 것은 수증기가 물방울로 변한 '김'이다.

압축
물질에 압력을 가하여 그 부피를 줄이는 것을 말한다.

그림 Ⅵ-39 물질의 상태 변화





융해와 응고

겨울이 되면 물이 얼어 고드름이 생기기도 하고, 길바닥이 얼어 미끄러지기도 한다. 그러나 날씨가 따뜻해지면 고드름과 얼었던 길이 녹아 물로 변한다. 이와 같이 고체는 액체, 액체는 고체로 상태가 변할 수 있다.

초콜릿을 녹이거나 굳혀 보면서 고체와 액체 사이의 상태 변화에 대해 알아보자.



해 보기 초콜릿을 이용한 빵 장식 실험

|준비물|

초콜릿, 빵, 뜨거운 물, 큰 용기, 짜는 주머니, 접시, 비닐장갑, 고무줄, 가위

|과정|



❶ 준비한 초콜릿을 조각내어 짜는 주머니에 넣는다.



❷ 뜨거운 물이 담긴 큰 용기에 짜는 주머니를 넣어 초콜릿의 변화를 관찰한다.



❸ 짜는 주머니의 앞부분을 조금 잘라 내고, 빵을 장식하여 어느 정도 놓아 둔다.

|결과 및 해석|

1 과정 ❷와 ❸에서 초콜릿의 상태는 어떻게 변하는가?

2 빵을 장식하고 충분한 시간이 지났을 때의 초콜릿과 짜는 주머니에 처음 넣은 초콜릿의 공통점과 차이점을 설명해 보자.

고체 상태의 초콜릿을 따뜻한 곳에 두면 서서히 녹으면서 액체 상태로 변하고, 액체 상태의 초콜릿은 시간이 지나면 다시 굳어 고체 상태로 변한다. 이와 같이 고체 상태의 물질이 액체 상태로 변하는 것을 **융해**, 액체 상태의 물질이 고체 상태로 변하는 것을 **응고**라고 한다.

융해와 응고가 일어나면 물질의 상태는 변하지만 물질 자체는 변하지 않는다. 녹이기 전의 초콜릿과 융해된 액체 초콜릿, 다시 응고된 고체 초콜릿의 맛이 같은 것은 상태 변화 과정에서 물질이 가진 본래의 성질이 변하지 않기 때문이다.



우리 생활 주변에서는 융해와 응고 현상이 많이 일어난다. 주스에 넣은 얼음이 녹는 현상, 아이스크림이 녹는 현상, 버터가 녹는 현상 등은 융해의 예이고 물이 어는 현상, 고깃국의 기름이 굳는 현상, 흘러내린 촛농이 굳는 현상 등은 응고의 예이다.



그림 Ⅵ-40 융해의 예
① 얼음이 녹는다.
② 아이스크림이 녹는다.
③ 버터가 녹는다.



그림 Ⅵ-41 응고의 예
① 냇물이 언다.
② 기름이 굳는다.
③ 흘러내린 촛농이 굳는다.

이러한 융해와 응고 현상은 실생활이나 산업 현장에서도 많이 활용되고 있다. 땜납을 녹여 전기 회로를 연결하거나, 용광로에서 쇳물을 녹인 후 다시 응고시켜 여러 가지 제품을 만들기도 한다.

땜납
납과 주석의 합금으로, 금속과 금속의 사이를 이을 때 녹여서 사용하는 물질을 말한다.

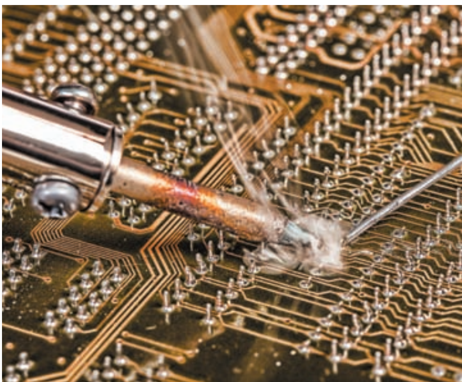


그림 Ⅵ-42 땜납_ 땜납을 녹여 전기 회로를 연결한다.



그림 Ⅵ-43 용광로_ 쇳물을 틀에 부어 굳힌다.



설탕이나 소금이 물에 녹는 현상도 융해일까?

스스로 해결하기
고체 상태의 물질이 액체 상태로 변하는 것을 (　　　), 액체 상태의 물질이 고체 상태로 변하는 것을 (　　　)(이)라고 한다.

기화와 액화

강이나 바다의 물은 수증기가 되어 공기 중으로 날아가고, 비가 내리면 강이나 바다로 흘러든다. 이러한 물의 순환 과정은 상태 변화와 어떤 관계가 있을까?

물이 기체 상태의 수증기로 변했다가 다시 액체 상태로 변하는 과정을 알아보자.



탐구 활동 | 물의 기화와 액화 | 실험(동영상)

목·표

물의 가열과 냉각을 통해 기화와 액화 현상을 관찰하고, 그 특성을 설명할 수 있다.

준·비·물

물, 얼음, 비커, 시계 접시, 유리 막대, 쇠그물, 삼발이, 알코올램프(또는 핫플레이트), 염화코발트 종이, 핀셋, 장갑

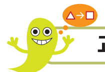


유·의·점

비커의 물은 김이 날 때까지만 가열한다.

탐|구|도|우|미

염화코발트 종이
파란색의 종이로, 물과 만나면 붉은색으로 변하여 물이 있는지를 확인할 수 있다.



과정



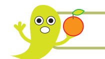
❶ 비커에 물을 넣고 유리 막대로 비커에 있는 물을 염화코발트 종이에 한두 방울 떨어뜨려 본다.



❷ 물이 담긴 비커 위에 얼음이 담긴 시계 접시를 올린 후 알코올램프로 가열하면서 비커 안에서 일어나는 변화를 관찰한다.



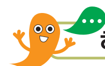
❸ 시계 접시의 바닥에 생긴 물질을 살펴보고, 염화코발트 종이에 묻혀 본다.



결과

1 과정 ❷ 에서 비커 안의 물은 어떤 변화가 있는가?

2 과정 ❶ 과 ❸에서 염화코발트 종이의 색깔 변화는 어떠한가?



해석 창의·인성

1 시계 접시의 바닥에 생긴 물질이 무엇인지 쓰고, 그렇게 생각한 이유를 설명해 보자.

2 실험을 통해 알 수 있는 상태 변화와 상태 변화의 특성에 대해 토의해 보자.

물을 가열하면 수증기가 되고 수증기는 온도가 낮아지면 다시 물로 변한다. 이처럼 액체 상태의 물질이 기체 상태로 변하는 것을 **기화**, 기체 상태의 물질이 액체 상태로 변하는 것을 **액화**라고 한다.

기화와 액화 현상은 일상생활에서도 많이 관찰할 수 있다. 어항의 물이 줄어들거나 과일 껍질이 마르는 것 등은 기화 현상의 예이다. 빨래를 널어 말리거나 고추를 햇볕에 말려 태양초를 만드는 것은 기화 현상을 응용한 예에 해당한다. 액화 현상의 예로는 차가운 음료수 병의 표면에 물방울이 맺히거나 풀잎에 이슬이 맺히는 것 등이 있다. 소줏고리로 발효주를 이용하여 전통 소주를 만드는 것은 기화와 액화 현상을 모두 응용한 것이다.

기화 | 액화

그림 Ⅵ-44 기화와 액화 현상의 예


어항의 물이 줄어든다.


병 표면에 물방울이 맺힌다.


과일 껍질이 마른다.


이슬이 맺힌다.


운동 후 땀이 마른다.


목욕탕 거울에 김이 서린다.


태양초_ 고추를 햇볕에 말린다.


소줏고리_ 발효주를 이용하여 소주를 만든다.



승화

아이스크림을 포장할 때 넣어 주는 흰색 고체 물질은 아이스크림을 녹지 않게 하는 드라이아이스이다. 드라이아이스는 시간이 지남에 따라 크기가 점점 작아지다가 결국에는 사라진다. 그 이유는 고체 상태의 드라이아이스가 바로 기체 상태로 변하기 때문이다.

이처럼 고체 상태가 액체 상태를 거치지 않고 기체 상태로 변하거나 기체 상태가 바로 고체 상태로 변하는 현상을 모두 **승화**라고 한다.

고체 물질이 승화하는 과정은 눈으로 쉽게 확인되지 않는다. 그러나 간단한 실험으로 승화 현상을 관찰할 수 있다.

 **드라이아이스**

기체 상태의 이산화 탄소를 고체로 만든 것으로서, 얼음처럼 차갑지만 녹지 않아 마른 얼음(dry ice)이라는 뜻을 가지고 있다.

무대 위에 흰 안개처럼 보이는 것은 드라이아이스에 의해 공기 중의 수증기가 액화되어 생긴 작은 물방울이다.



비커에 드라이아이스를 넣고 드라이아이스가 잠길 정도로 에탄올을 부은 후 그대로 두면 비커에서 기포가 발생한다. 이것은 에탄올이 끓는 것이 아니고, 승화된 기체 상태의 드라이아이스가 기포로 올라오는 것이다.

승화 현상은 일상생활에서도 나타나지만 융해나 기화 현상과는 달리 쉽게 관찰되지 않는다.



그림 Ⅵ-45 에탄올에 넣은 드라이아이스





그림 Ⅵ-46 승화 현상의 예(기체 → 고체)





그림 Ⅵ-47 승화 현상의 예(고체 → 기체)



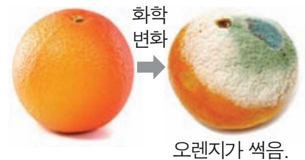
그림 Ⅵ-48 아이오딘과 나프탈렌

드라이아이스 외에도 상온에서 고체에서 기체로 승화가 일어나는 물질에는 나프탈렌과 아이오딘 등이 있다. 나프탈렌은 화장실의 탈취제나 좀약으로 사용하고, 아이오딘은 소독약품의 제조나 녹말의 검출에 사용한다.

앞에서 초콜릿의 융해와 응고, 물의 기화와 액화에서 살펴본 것처럼 물질은 상태 변화가 일어나도 물질 자체는 변하지 않는다. 승화 과정에서도 물질은 상태 변화만 일어날 뿐 물질 고유의 성질이 바뀌는 것은 아니다.

이와 같이 물질이 가진 본래의 성질은 변하지 않고 물질의 상태나 크기, 모양만 바뀌는 것을 **물리 변화**라고 한다.

물리 변화와 화학 변화
물리 변화에서는 물질의 고유한 성질이 변하지 않는다. 반면에, 화학 변화에서는 물질이 갖는 원래의 성질을 잃어버리고 다른 성질을 갖는 새로운 물질이 생긴다.



오렌지가 썩음.

클릭 ≪그때 그 사건≫

한국 최초의 우주인과 우주 식품

2008년 4월 8일, 소유즈 우주선이 카자흐스탄의 바이코누르 우주 기지에서 성공적으로 발사되었다. 여기에는 한국 최초의 우주인이 타고 있었다. 우주인이 되기 위해서는 우주 비행과 임무를 수행할 수 있는 지적 능력과 협동심 등 여러 가지 선발 기준을 갖추어야 한다.

우리나라의 우주인은 우주 비행 동안 다른 나라의 우주인들에게 한국식 우주 식품을 소개하였다.

한국식 우주 식품으로는 주식인 밥을 비롯하여 우리의 전통 음식인 김치, 된장국 등과 라면, 고추장, 수정과, 녹차 등이 개발되었다. 우주 식품은 대부분 동결 건조법을 이용해 만든다. 동결 건조법은 식품을 −70~−50℃의 낮은 온도에서 빠른 시간 안에 냉동시켜 식품 속의 수분을 완전히 얼린 다음, 진공에 가깝도록 압력을 낮추어 줌으로써 식품 속의 얼음을 수증기로 승화시켜 건조하게 만드는 방법이다.



한국 최초의 우주인과 우주 식품

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
물질의 상태 변화에는 어떤 것들이 있는가?	안개와 이슬, 눈과 우박이 만들어질 때 일어나는 상태 변화를 알아보자.	우리 생활에서 유리, 플라스틱, 철 등의 폐기물을 재활용하는 데 이용하는 상태 변화의 예를 찾아보자.

2-2 상태 변화와 분자 배열





학습 목표

- 물질을 이루는 기본 입자가 분자임을 알고, 물질의 상태를 분자 모형으로 나타낼 수 있다.
- 상태 변화 과정을 분자 모형을 이용하여 분자 배열의 차이로 설명할 수 있다.

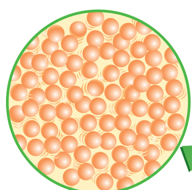
수업 중 교실에서는 학생들이 자리에 앉아서 수업을 듣고, 쉬는 시간이 되면 교실 주변을 돌아다닌다. 그리고 수업을 마치면 학교에서 나와 각자의 집으로 돌아간다. 이러한 과정들로 물질의 상태 변화와 분자 배열을 설명할 수 있을까?

학생들을 분자로 비유하면 ❶은 고체, ❷는 액체, ❸은 기체 상태라고 할 수 있으며, 학생들의 움직임의 변화는 물질의 상태 변화에 비유할 수 있다.

분자란 무엇이며, 상태가 변할 때 분자 배열은 어떻게 달라지는지 알아보자.

분자와 분자 모형

분무기로 물을 뿌리면 작은 물방울 형태로 뿌려진다. 만약 계속해서 이 물방울을 더 작게 쪼개어 나간다면, 물의 성질을 가지고 있는 가장 작은 입자가 나타날 것이다.



물 분자 모형



작은 물방울

이와 같이 물질의 성질을 가지고 있는 가장 작은 입자를 **분자**라고 한다. 분무기에 들어 있는 물이나 분무기에서 뿌려진 물방울은 수많은 물 분자로 이루어져 있다. 분무기에서 뿌려진 물방울은 분무기에 들어 있는 물보다 더 적은 개수의 물 분자가 모여 있지만 성질은 같다.

분자는 그 크기가 매우 작아서 맨눈으로 볼 수 없고, 특수한 현미경을 사용해야 볼 수 있다. 따라서 눈에 보이지 않는 분자는 이해하기 쉽도록 분자 모형을 이용하여 나타낸다.

물질의 상태에 따른 분자 배열

물질은 상태에 따라 서로 다른 특징을 나타내는데, 그 이유는 분자 배열이 다르기 때문이다. 그렇다면 각 상태에서의 분자 배열은 어떻게 다를까?

물은 고체 상태의 얼음, 액체 상태의 물, 기체 상태의 수증기로 존재한다. 물의 세 가지 상태에 따른 분자 배열을 모형으로 나타내면 다음 그림과 같다.



그림 Ⅵ-49 물의 세 가지 상태와 분자 배열

고체 상태는 분자들이 규칙적으로 가깝게 배열되어 있어 모양과 부피가 일정하며, 흐르는 성질이 나타나지 않는다. 액체 상태는 분자들이 비교적 가깝게 배열되어 있고 분자들의 위치가 변한다. 따라서 액체는 담는 그릇에 따라 모양이 달라지고 부피는 일정하며, 흐르는 성질이 있다. 기체 상태는 분자들이 매우 멀리 배열되어 있고, 자유롭게 운동하여 담는 그릇에 따라 모양과 부피가 모두 달라지며, 퍼지는 성질이 있다.

이와 같이 상태에 따른 분자 배열의 차이는 고체, 액체, 기체 상태의 특성을 나타내는 요인이 된다.

잠깐 체크 다음 분자 모형이 이루고 있는 분자 배열 ❶, ❷, ❸을 물질의 세 가지 상태에 비유해 보자.





상태 변화에 따른 분자 배열

물질은 세 가지 상태에서 분자 배열이 서로 다르지만, 상태가 변할 때 본래의 성질은 변하지 않는다. 이것은 물질을 이루고 있는 분자 자체가 변하지 않고 분자 배열만 달라지기 때문이다. 물질의 상태가 변할 때 분자 배열은 어떻게 달라질까?

양초 조각을 비커에 넣고 가열하여 완전히 녹았을 때와 시간이 지나 고체 상태로 변했을 때의 높이와 모양을 비교해 보자. 액체 상태였던 양초는 고체 상태가 되면 부피가 줄어들면서 가운데가 움푹 들어 가는 것을 확인할 수 있다. 이는 액체 상태에서 고체 상태로 변할 때 분자 사이의 거리가 가까워져서 부피가 줄어들었기 때문이다. 반대로 융해가 일어날 때에는 분자 사이의 거리가 멀어져서 부피가 늘어난다.



그림 Ⅵ-50 액체와 고체의 상태 변화에 따른 분자 배열(양초)

아세톤
냄새가 많이 나는 물질이므로 창문을 열고 실험한다. 매니큐어 제거제를 대신 사용해도 된다.

아세톤을 비닐장갑에 조금 넣고 따뜻한 물에 담그면 비닐장갑이 부풀어 오른다. 그 이유는 액체 상태의 아세톤이 기체 상태로 기화하면서 분자 사이의 거리가 멀어져 부피가 늘어나기 때문이다. 부푼 비닐장갑을 얼음물에 넣으면 다시 부피가 작아지는데, 이는 아세톤이 기체 상태에서 액체 상태로 액화하면서 분자 사이의 거리가 가까워져 부피가 줄어들기 때문이다.

그림 Ⅵ-51 액체와 기체의 상태 변화에 따른 분자 배열(아세톤)



승화성 물질인 드라이아이스 조각을 비닐봉지에 넣어 두면, 드라이아이스 조각은 크기가 작아지고 비닐봉지는 부풀어 오른다. 이때 줄어든 드라이아이스 조각보다 부풀어 오른 비닐봉지의 부피가 훨씬 크다. 이는 고체 상태의 드라이아이스가 기체 상태로 승화하면서 가깝게 배열되어 있던 분자 사이의 거리가 매우 멀어지면서 부피가 크게 늘어나기 때문이다.

반대로, 기체에서 고체로 승화할 때에는 분자 사이의 거리가 매우 가까워지면서 부피가 크게 줄어든다.

드라이아이스
드라이아이스를 손으로 직접 만지면 위험하므로 집게를 사용한다.


더 자세히
물이 기화하여 수증기가 되면 부피가 약 1,700배 증가한다.

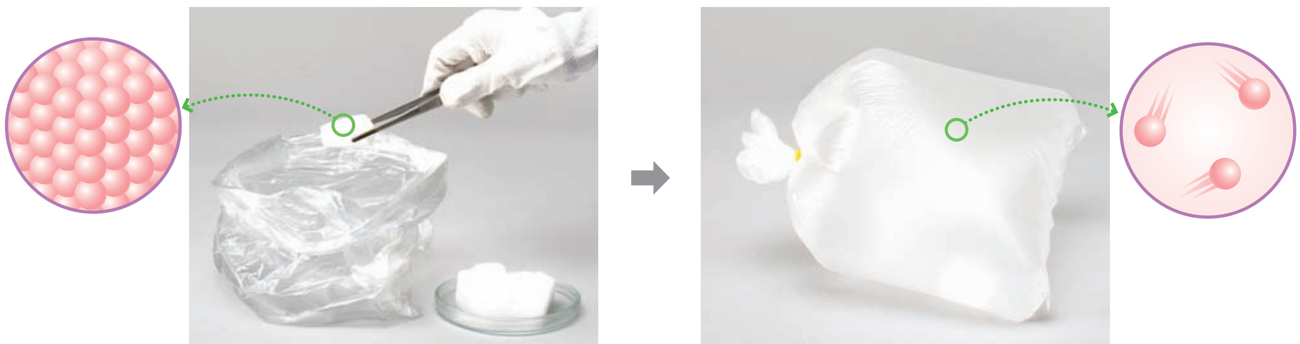


그림 Ⅵ-52 고체와 기체의 상태 변화에 따른 분자 배열(드라이아이스)

이와 같이 융해, 응고, 기화, 액화, 승화 등의 상태 변화가 일어나는 것은 물질을 이루고 있는 분자 배열의 변화 때문이다.

기화
액화
기체
액체
승화
승화
응고
융해
고체

그림 Ⅵ-53 물질의 상태 변화에 따른 분자 배열

양초의 융해와 응고 과정에서 액체 상태와 고체 상태의 질량을 각각 측정해 보면 모두 같음을 확인할 수 있다. 이는 상태가 변하면 분자 배열에 변화가 생겨 분자 사이의 거리가 달라지므로 부피가 변하지만, 분자의 개수는 변하지 않기 때문이다.

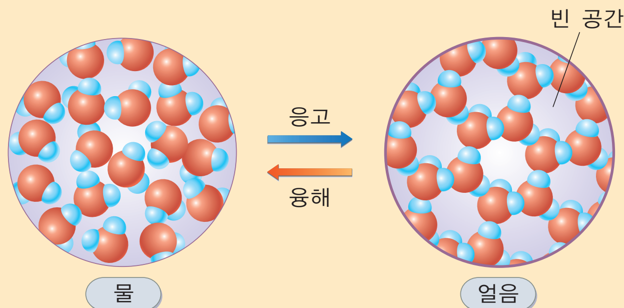


그림 Ⅵ-54 양초의 상태 변화와 질량

과학 자료실 물이 얼면 부피가 증가하는 이유

대부분의 물질이 액체 상태에서 고체 상태가 될 때에는 분자 배열이 규칙적으로 변하면서 부피가 줄어든다. 그러나 물은 예외적으로 응고할 때 부피가 늘어나는데, 그 이유는 물 분자 배열의 특이성 때문이다.

액체 상태의 물은 분자들이 약간 불규칙하게 배열되어 있지만, 고체 상태의 얼음은 육각형 모양으로 배열하고 있어서 빈 공간이 생긴다. 따라서 물이 가득 담긴 페트병의 뚜껑을 닫아 냉동실에 넣고 얼리면 부피가 늘어나 페트병이 불룩해진다.



물의 상태 변화에 따른 분자 배열의 변화



냉동실에 있는 페트병이 불룩해진 모습

자기 주도 학습

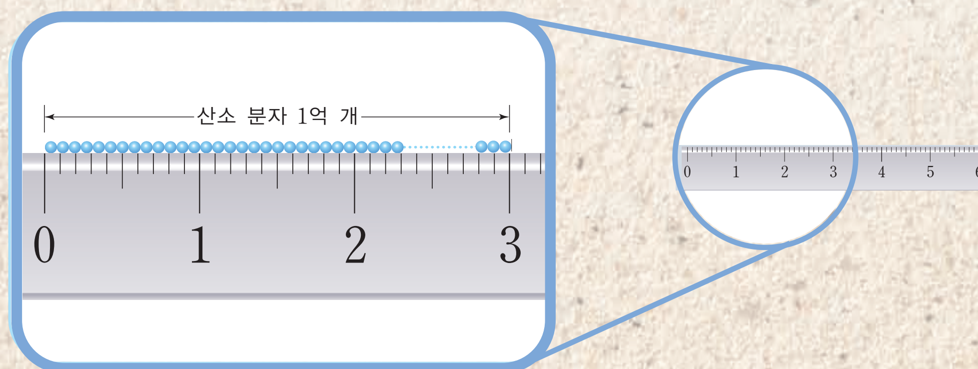
개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
물질의 상태가 변할 때 분자 배열은 어떻게 변하는가?	에탄올이 들어 있는 병의 뚜껑을 열면 냄새가 나는 이유를 분자 배열의 변화로 설명해 보자.	우리 주변에서 모형이 사용되고 있는 분야를 조사해 보자.

STEAM 융합

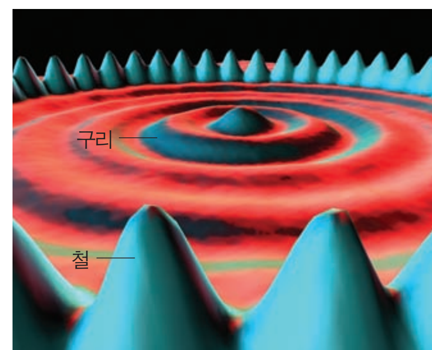
눈에 보이지 않는 세계

눈에 보이지 않아서 모형으로 표현해야 하는 분자는 얼마나 작을까?

산소 분자 1억 개를 일렬로 나열하면 3 cm 정도의 길이가 되므로 배율이 1억 배인 현미경으로 본다면 산소 분자 1개는 3 cm의 크기로 보일 것이다. 그러나 아쉽게도 가장 성능이 좋은 전자 현미경의 배율도 아직 천만 배에 미치지 못한다. 따라서 산소 분자 1개의 크기는 상상하기조차 어려울 정도로 매우 작음을 알 수 있다.



분자와 같이 작은 세계를 다루는 나노 기술은 현대 과학이 여러 분야로 발전할 수 있는 열쇠 중의 하나이다. 1나노미터는 $\frac{1}{10억}$ m로 머리카락 굵기의 $\frac{1}{10만}$에 해당하는 초미세 단위이며, 나노 기술은 이와 같은 크기의 입자 세계를 다루는 분야이다. 나노 세계는 1981년 스위스 IBM의 로러와 비니그 박사가 주사 터널링 현미경(STM)을 개발하면서 열렸는데, 이러한 나노 세계를 다루면 물질을 이루는 개개의 입자들을 원하는 대로 조합할 수 있기 때문에 다양한 분야의 기술 혁신을 가져올 수 있다.



❷ 구리 표면 위에 배열된 철 원자

물음 3 m의 거리에는 산소 분자를 몇 개나 놓을 수 있을까?

2-3 상태 변화와 열에너지



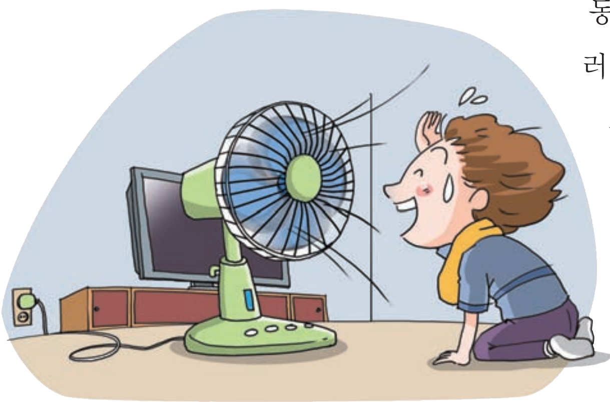
학습 목표

- 상태 변화와 열에너지의 관계를 말할 수 있다.
- 상태가 변할 때 흡수 또는 방출된 열에너지가 이용되는 예를 말할 수 있다.



한여름 동물원에 있는 코끼리, 곰, 호랑이 등의 최고 피서법은 찬물로 샤워를 하거나 고기, 과일 등을 넣어서 얼린 얼음 간식을 먹는 것이다. 또 추운 지역에서 온 북극곰이나 남극 펭귄 사육장에는 얼음을 넣어 주어 더위를 식히게 한다. 한편, 겨울이 되면 추위에 약한 동물들이 무사히 겨울을 날 수 있도록 보일러 등으로 난방을 한다.

동물들이 더위와 추위를 이기기 위해 샤워를 하거나 난방을 하는 것은 열에너지와 어떤 관계가 있을까?



열에너지를 흡수하는 상태 변화

동물들과 마찬가지로 사람도 여름철에는 더위를 이기기 위해 여러 가지 방법을 사용한다. 샤워를 하고 나면 남아 있는 물기가 마르면서 시원함을 느끼는데, 이때 선풍기 바람을 쐬면 더 시원하다. 그리고 물이나 주스 등과 같은 음료수에 얼음을 넣으면, 얼음이 녹으면서 음료수를 차갑게 만들어 음료수를 시원하게 마실 수 있다.

물이나 얼음의 상태가 변할 때의 온도 변화와 열에너지의 출입 관계를 알아보자.



탐구 활동 MBL을 이용한 물을 가열할 때의 온도 변화

실험

목·표

물이 상태 변화할 때의 온도 변화를 관찰하고, 상태 변화와 열에너지와의 관계를 설명할 수 있다.

준·비·물

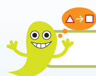
MBL 실험 장치, 온도 센서, 물, 가지 달린 둥근 바닥 플라스크, 비커, 고무마개, 삼발이, 쇠그물, 알코올램프(또는 핫플레이트), 스탠드, 집게, 끓임쪽, 고무관, 유리관, 장갑

 **유·의·점**

온도 센서나 실험 장치의 전선 등이 가열 장치에 의해 타지 않도록 주의한다.

탐 | 구 | 도 | 우 | 미

끓임쪽
물이 갑자기 끓어오르는 것을 막아 준다.



과정

❶ 가지 달린 둥근 바닥 플라스크에 100 mL의 물과 끓임쪽 2~3개를 넣는다.
❷ 이 플라스크를 스탠드에 고정시킨 다음 그림과 같이 장치한다.
❸ 컴퓨터와 MBL 실험 장치를 준비하고, 온도 센서를 플라스크에 고정시킨다.



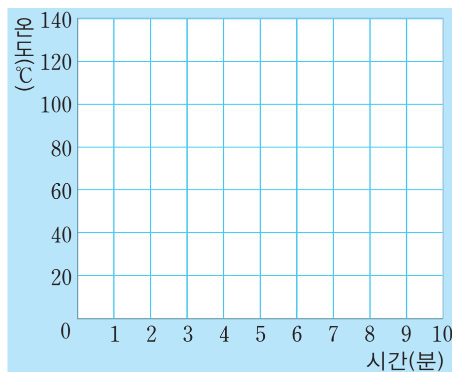
❹ 실험 준비가 완료되었으면 MBL의 실험 시간을 10분으로 설정하고 가열을 시작한다.
❺ 온도가 일정하게 유지되는 구간이 나타난 후 다시 온도가 상승하면 가열을 멈춘다.

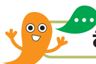


결과

1 시간에 따른 물의 온도 변화를 그래프로 나타내어 보자.

2 물이 끓기 전과 끓을 때의 온도 변화를 비교해 보자.





해석 창의·인성

그래프의 수평 구간에서 나타나는 상태 변화의 종류와 수평 구간이 나타나는 이유를 토의해 보자.

물을 가열하면 온도가 높아지다가 끓으면서 수증기가 된다. 얼음을 가열할 때에도 마찬가지로 온도가 높아지다가 녹아서 물이 된다. 가열된 물질은 열에너지를 흡수하고 흡수한 열에너지는 물질의 온도를 높인다. 그러나 상태 변화가 일어날 때에는 열에너지가 분자 배열을 바꾸어 상태 변화하는 데 사용되기 때문에 온도가 일정하게 유지된다.

얼음과 같은 고체 물질이 상대적으로 에너지가 높은 액체로 융해할 때 흡수하는 열에너지를 **융해열**이라고 하고, 이때 일정하게 유지되는 온도가 **녹는점**이다. 녹는점에서는 상태 변화가 일어나므로 고체와 액체 상태의 물질이 함께 존재한다. 그리고 물과 같은 액체 물질이 상대적으로 에너지가 높은 기체로 기화할 때 흡수하는 열에너지를 **기화열**이라고 하고, 이때 일정하게 유지되는 온도가 **끓는점**이다. 끓는점에서도 상태 변화가 일어나 액체와 기체 상태의 물질이 함께 존재한다.

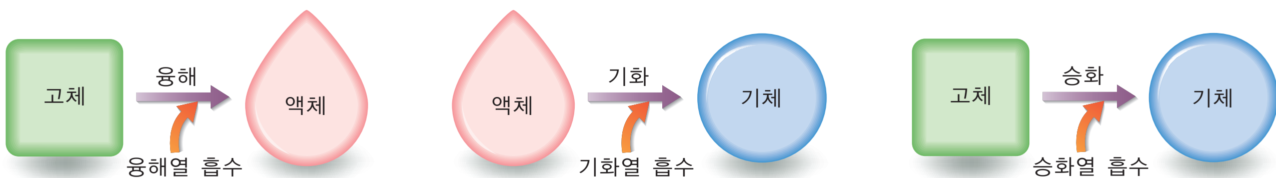
가열 시간과 열에너지의 양
- 가열한 시간이 길수록 열에너지의 흡수량이 많다.
- 기체는 열에너지를 가장 많이 흡수한 상태이다.



그림 Ⅵ-55 고체 물질을 가열할 때의 온도 변화

융해와 기화뿐만 아니라 고체가 기체로 승화할 때에도 열에너지를 흡수하는데, 이때 흡수한 열에너지를 **승화열**이라고 한다.

그림 Ⅵ-56 열에너지를 흡수하는 상태 변화



잠깐 체크 열에너지를 흡수하는 상태 변화에는 어떤 것이 있는가?



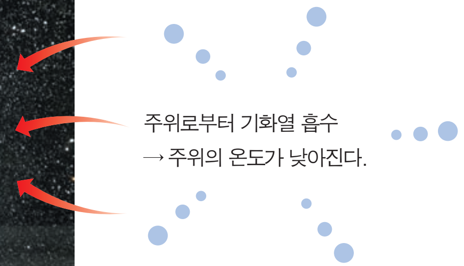


그림 Ⅵ-57 분수에서 물의 기화

우리는 상태 변화가 일어날 때 열에너지가 흡수되는 현상을 다양하게 경험할 수 있다.

더운 여름철에는 공원이나 강변에서 물줄기가 솟아오르는 분수를 볼 수 있다. 분수를 바라보는 것만으로도 시원하지만 분수 가까이에 있으면 실제로도 시원하다. 또 얼음 조각 전시회장에 들어가거나 주사를 맞기 전에 피부에 알코올을 바르면 시원하고, 뷰테인 가스를 사용하고 난 다음 통을 만져 보면 차갑다. 이는 모두 물질이 융해하거나 기화하면서 주위의 열을 흡수하기 때문에 나타나는 현상이다.

아이스크림을 담은 용기 주변에 드라이아이스를 넣어 두면 아이스크림이 잘 녹지 않는데, 이 또한 고체에서 기체로 승화하는 과정에서 열에너지를 흡수하여 주위의 온도가 낮아지기 때문이다.


인터넷 속 과학 세상
http://www.scienceall.com
검색 융해열
검색 기화열

그림 Ⅵ-58 융해열 흡수의 예


얼음 조각 가까이에 가면 시원하다.


얼음을 넣으면 음료수가 시원해진다.

그림 Ⅵ-59 승화열 흡수의 예


드라이아이스는 아이스크림이 잘 녹지 않게 한다.

그림 Ⅵ-60 기화열 흡수의 예


알코올을 바르면 시원하다.


뷰테인을 사용한 통을 만져 보면 차갑다.


물수건으로 열을 식힌다.

열에너지를 방출하는 상태 변화

얼음이 녹을 때에는 열에너지를 흡수하는데, 반대로 물이 얼 때에는 열에너지가 어떻게 될까?



해 보기 물을 냉각할 때의 온도 변화 실험

|준비물|

물, 얼음, 소금, 시험관, 비커, 고무마개, 온도계, 스탠드, 집게, 시계

|과정|

❶ 시험관에 물을 절반 정도 넣고 온도계를 꽂는다.

❷ 얼음과 소금을 넣은 비커에 과정 ❶의 시험관을 넣고 1분 간격으로 온도를 측정한다.



|결과 및 해석| 창의·인성

1 물의 상태 변화를 관찰하고, 온도 변화를 그래프로 나타내어 보자.

2 물의 상태가 변할 때 열에너지의 출입에 대하여 토의해 보자.

물을 냉각하면 온도가 점점 낮아지다가 약 0℃에서 얼기 시작한다. 물이 얼고 있는 동안에는 온도가 일정하게 유지되는데, 이때의 온도를 **어는점**이라고 한다.

물이 어는 동안 온도가 낮아지지 않는 이유는 물이 얼음으로 상태가 변하는 동안 열에너지를 방출하기 때문이다. 물이 얼 때와 같이 액체가 고체로 응고할 때 방출하는 열에너지를 **응고열**이라고 한다. 어는점에서는 상태 변화가 일어나므로 고체와 액체 상태의 물질이 함께 존재한다.

스스로 해결하기

응고열은 액체가 고체로 상태가 변할 때 (   )하는 열에너지이다.

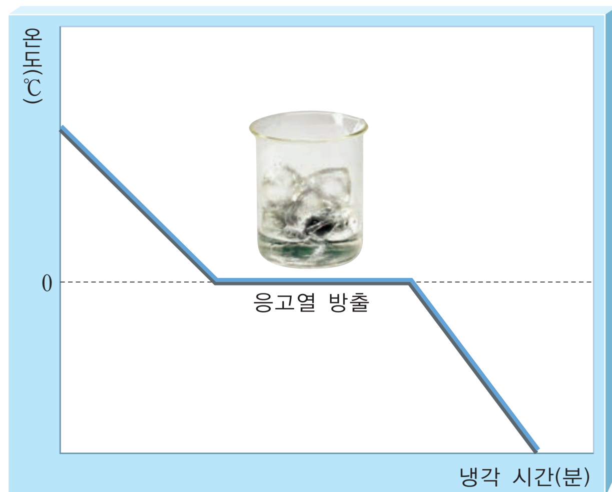


그림 Ⅵ-61 물을 냉각할 때의 온도 변화

북극 지역에 사는 이누이트 족은 얼음과 눈을 벽돌 모양으로 잘라서 쌓아 올려 이글루를 만들고, 이글루 내부에 물을 뿌린다. 물이 응고되면서 안이 따뜻해지기 때문이다. 그리고 과일 창고에 물그릇을 놓아 두면 물이 응고되면서 열에너지를 방출하여 과일이 어는 것을 방지할 수 있다. 이들은 모두 응고열이 방출되는 현상을 이용한 것이다. 호수가 얼 때 추위를 덜 느끼는 이유도 응고열이 방출되면 주위 온도가 높아지기 때문이다.



그림 Ⅵ-62 응고열 방출의 예_ 이글루 내부에 물 뿌리기

비가 오기 전에는 기온과 습도가 높아져 후텁지근함을 느끼는데, 이것은 공기 중의 수증기가 작은 물방울로 액화되면서 열에너지를 방출하기 때문이다.

이와 같이 물질이 기체에서 액체로 변하면서 방출하는 열에너지를 **액화열**이라고 한다. 액화열을 방출하면 주위 온도는 높아진다.

액화열의 방출을 이용하는 예로는 스팀 난방이나 스팀 오븐 등이 있다.



그림 Ⅵ-63 스팀 난방_ 보일러실에서 물을 끓이면 수증기가 실내로 연결된 파이프를 통해 방열기로 이동하여 액화하면서 실내를 따뜻하게 한다.



그림 Ⅵ-64 스팀 오븐_ 물을 가열하여 생성된 수증기가 오븐 안에 있는 음식물을 높은 온도로 가열하여 수분이 유지된 상태로 조리한다.

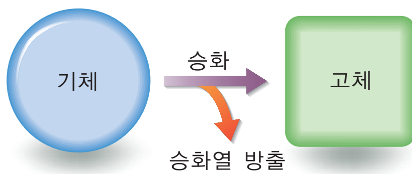


그림 Ⅵ-65 열에너지를 방출하는 상태 변화

응고나 액화뿐만 아니라 기체가 고체로 승화할 때에도 열에너지를 방출한다.

녹는점과 어는점에서는 고체와 액체 사이에서 열에너지를 흡수하거나 방출하는 상태 변화가 일어난다. 그렇다면 같은 물질의 녹는점과 어는점은 서로 같을까, 다를까?

그림 Ⅵ-66은 고체 상태의 스테아르산을 가열하였다가 냉각시켰을 때의 온도 변화를 나타낸 그래프이다.

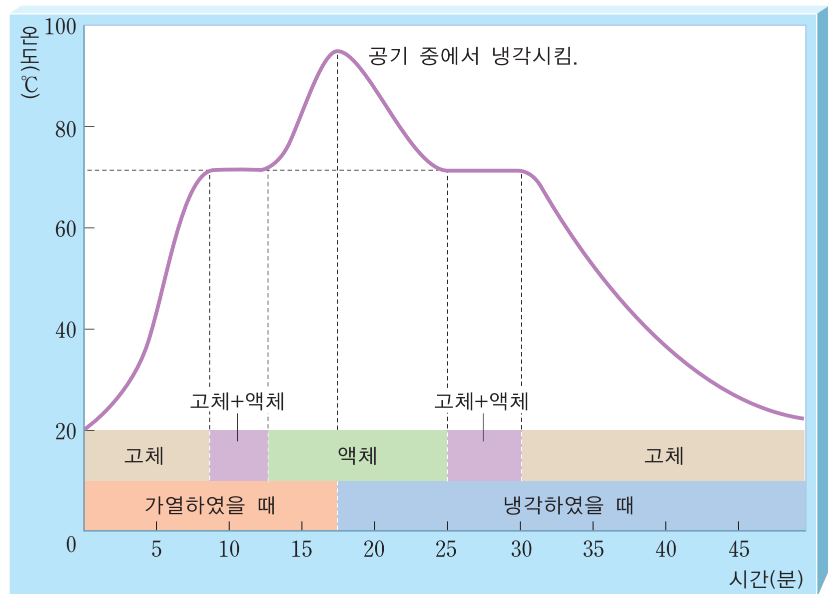


그림 Ⅵ-66 고체 물질(스테아르산)의 가열 · 냉각 곡선



고체 스테아르산을 가열하면 녹으면서 온도가 일정해지는 구간이 나타나고, 스테아르산이 모두 녹아 액체가 되었을 때 다시 냉각하면 온도가 낮아지다가 얼면서 온도가 일정해지는 구간이 나타난다. 가열 또는 냉각할 때 수평한 두 구간의 온도를 살펴보면 서로 같다는 것을 알 수 있다. 즉, 같은 물질이 융해할 때의 녹는점과 응고할 때의 어는점은 같다.

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
열에너지를 흡수하는 상태 변화와 방출하는 상태 변화에는 각각 어떤 것들이 있는가?	수영장에서 수영을 하고 나오면 추위를 느끼게 되는 이유를 설명해 보자.	열에너지의 효율적인 흡수와 방출을 위해 필요한 기술을 조사해 보자.

STEAM 융합

냉장고와 열에너지의 출입



냉장고 안은 시원한데, 냉장고 뒷면은 왜 뜨거울까?

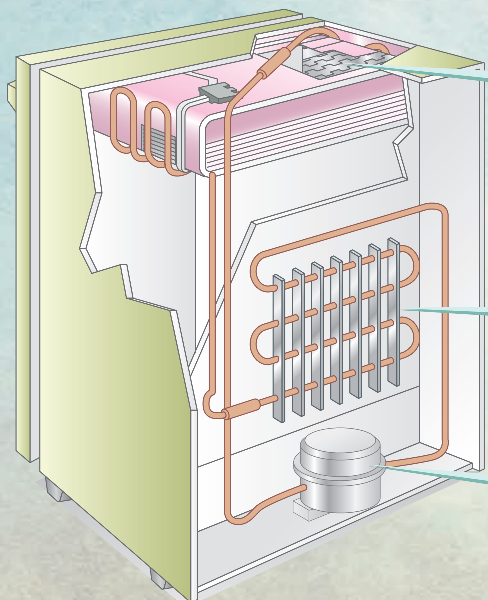
우리 생활에서 물질의 상태가 변할 때 일어나는 열에너지의 출입을 이용하여 주위의 온도를 변화시키는 경우를 많이 볼 수 있다. 그 대표적인 예가 냉장고이다. 냉장고는 내부의 온도를 낮게 유지하여 음식물을 신선하게 보관하는 역할을 한다. 그렇다면 냉장고 내부에서는 어떤 일이 일어나고 있는지 살펴보자.

냉장고에는 상태 변화가 쉽게 일어나는 액체 상태의 냉매가 들어 있다. 냉장고의 증발기에서는 액체 상태의 냉매가 기화하면서 열에너지를 흡수하여 냉장고 내부의 온도를 낮춘다. 기화된 냉매는 냉장고 뒤쪽의 압축기에서 압축되고, 압축된 기체 상태의 냉매가 응축기에서 액화되어 방출하는 열에너지는 냉장고 뒤쪽으로 내보낸다.

이와 같이 냉장고의 냉매는 증발기와 압축기, 응축기를 순환하면서 기화와 액화를 반복하여 냉장고 내부의 열에너지를 바깥으로 방출한다.



토론하기 냉장고의 냉매는 한때 오존층 파괴의 주범인 프레온 가스가 주로 사용되었다. 냉장고의 냉매가 갖추어야 할 조건에는 어떤 것들이 있는지 토론해 보자.



증발기
액체 상태의 냉매가 기화하여 열에너지를 흡수하므로 냉장고 속의 온도가 내려간다.

응축기
압축된 냉매는 응축기에서 액화되는데, 이때 발생하는 열에너지는 외부로 방출된다.

압축기
기화된 냉매를 압축시킨다.

냉장고의 구조

2-4 상태 변화와 분자 운동

팝콘용 옥수수를 기름에 묻혀 가열하면 옥수수 속의 수분이 상태가 변하면서 '펑' 하는 소리와 함께 팝콘이 만들어진다. 옥수수 속의 물 분자가 어떻게 옥수수 알맹이를 터뜨릴 수 있을까?





학습 목표

- 상태에 따른 분자 운동을 비교할 수 있다.
- 상태가 변할 때 분자 배열의 차이와 열에너지의 관계를 분자 운동으로 설명할 수 있다.



인터넷 속 과학 세상

http://www.scienceall.com

검색 물질의 상태와 분자 운동

물질의 상태에 따른 분자 운동

단단한 옥수수 알맹이 속에는 적은 양의 수분이 포함되어 있는데, 옥수수를 기름에 묻혀 가열하면 옥수수 안의 물 분자가 열에너지를 흡수하여 기체 상태가 된다. 이때 물 분자의 운동이 활발해져서 옥수수 알맹이를 터뜨려 팝콘이 만들어진다.

냄비에 물을 넣고 끓일 때 끓기 전에는 아무런 변화가 없지만, 물이 끓으면 냄비 뚜껑 사이로 김이 새어 나오는 것을 볼 수 있다. 그리고 가스레인지의 불을 끄면 김이 다시 나오지 않는다. 이 역시 액체 상태의 물보다 기체 상태인 수증기의 분자 운동이 더 활발하기 때문에 나타나는 현상이다.

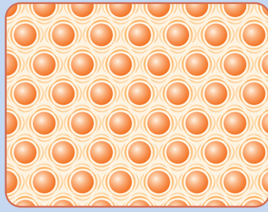
액체와 기체 상태의 분자 운동 정도가 서로 다른 것처럼 고체의 분자 운동 또한 액체나 기체의 분자 운동과 정도가 다르다.





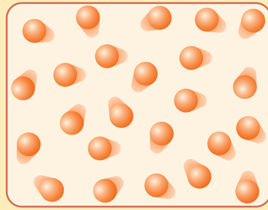


그림 Ⅵ-67 물이 끓을 때 수증기의 분자 운동



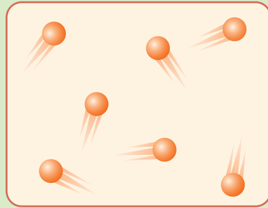
고체 상태

분자들이 규칙적으로 배열되어 있고, 분자 사이의 거리가 매우 가깝기 때문에 분자 사이에 작용하는 힘도 세 가지 상태 중 가장 크다. 따라서 고체 분자들은 많이 움직이지 못하고 제자리에서 진동 운동만 한다.



액체 상태

분자들이 불규칙적으로 배열되어 있고 분자 사이의 거리가 고체 상태보다 멀기 때문에 분자 사이에 작용하는 힘이 고체 상태보다는 약하다. 따라서 액체 분자들은 일정한 공간 내에서 자리를 바꾸는 운동을 한다.



기체 상태

분자들이 액체 상태보다 불규칙하게 배열되어 있고 분자 사이의 거리도 매우 멀기 때문에 분자 사이에 작용하는 힘이 거의 없다. 따라서 기체 분자들은 자유롭게 운동한다.

그림 Ⅵ-68 물질의 상태와 분자 운동

분자 사이에 작용하는 힘
분자와 분자 사이에는 서로 끌어당기는 힘이 작용하는데, 이를 인력이라고 한다.

진동 운동
분자들이 제자리에서 떨리거나 흔들리는 움직임을 말한다.

각 상태에서 분자의 운동 정도가 다른 이유는 분자가 가진 에너지가 다르기 때문이다. 따라서 각 상태에서는 분자 사이의 인력을 이겨 내는 정도가 다르다.

분자가 가진 에너지가 클수록 분자 사이의 인력을 이겨내기 쉬우므로 고체 상태보다는 액체 상태, 액체 상태보다는 기체 상태의 분자가 더 활발하게 움직이며 분자 배열도 자유롭다.

스스로 해결하기
물질의 세 가지 상태를 분자 운동이 활발한 순서로 나열하면 (   ), (   ), (   ) 상태이다.

과학자료실 휴대용 뷰테인 가스

여행을 떠날 때 챙기는 일회용 뷰테인 가스는 사용할 때 항상 주의가 필요하다.

간혹 다 쓰고 버린 뷰테인 가스통이 쓰레기와 함께 탈 때 폭발하는 사고가 생기기 때문이다. 뷰테인 가스통을 다 쓰고 난 후 구멍을 내서 버리면 이러한 사고를 방지할 수 있다.

왜 뷰테인 가스통은 구멍을 내지 않고 버리면 폭발의 위험이 있을까?

가스통에 남아 있는 뷰테인이 열에너지를 얻으면 분자 운동이 활발해져서 압력이 증가하는데 가스통이 그 압력을 견디지 못하고 폭발하는 것이다. 그러나 가스통에 미리 구멍을 내면 기체 상태의 뷰테인 가스가 구멍을 통해 공기 중으로 빠져나와 폭발을 막을 수 있다.



휴대용 뷰테인 가스

열에너지와 분자 운동



그림 Ⅵ-69 에어하키 게임

에어하키 게임을 해 보자. 게임 요령은 손잡이로 작은 원반을 쳐서 상대방의 골문에 넣으면 이기는 것이다. 원반을 세게 칠 때와 약하게 칠 때 원반의 움직임은 어떻게 다를까?

원반을 약하게 치면 원반의 움직임이 느리지만, 세게 치면 원반이 빨리 움직인다. 이때 작은 원반은 분자에 비유할 수 있고, 손잡이로 원반을 치는 힘은 분자에 가해지는 열에너지에 비유할 수 있다.

분자가 열에너지를 많이 흡수하면 분자 운동은 활발해지고, 열에너지를 적게 흡수하면 분자 운동은 상대적으로 덜 활발해진다. 반대로, 분자가 열에너지를 방출하면 분자 운동은 둔해진다.

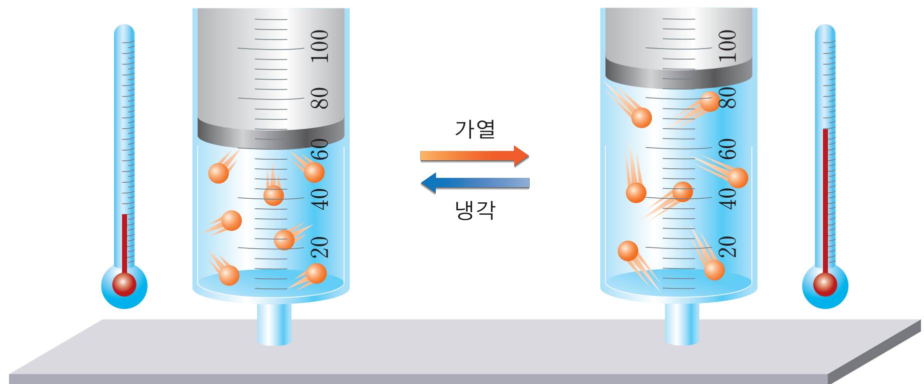


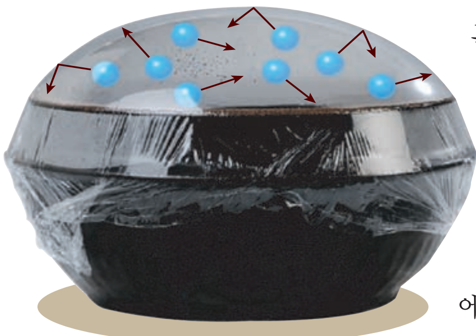
그림 Ⅵ-70 열에너지와 분자 운동

잠깐 체크 고체, 액체, 기체 중에서 열에너지를 가장 많이 흡수하여 분자 운동이 가장 활발한 상태는 무엇인가?

상태 변화와 분자 운동

뜨거운 음식물이 담긴 뚝배기에 랩을 씌우면 랩이 잠시 후 부풀어 오른다. 이는 음식물에 있는 수분이 열에너지를 흡수하여 분자 운동이 활발한 수증기로 기화하였기 때문이다. 즉, 물질이 열에너지를 흡수하면 분자 운동이 활발해져 분자 사이에 작용하는 인력을 벗어날 수 있다.

기화할 때뿐만 아니라 융해할 때와 고체에서 기체로 승화할 때에도 모두 열에너지를 흡수한다. 따라서 낮은 에너지를 가진 상태에서 높은 에너지를 가진 상태로 변하면서 분자 운동이 활발해져 분자 사이의 거리가 멀어지기 때문에 분자 사이의 인력이 약하게 작용한다.


그림 Ⅵ-71 랩을 씌운 뚝배기

반대로, 물이 냉각되어 얼음으로 응고될 때에는 물이 열에너지를 방출하면서 분자 운동이 둔해져 분자 사이에 작용하는 인력에 붙잡히게 된다. 즉, 열에너지를 방출하면 액체 분자의 운동이 둔해져서 분자 사이에 작용하는 인력이 강해지는 것이다.

응고할 때뿐만 아니라 액화할 때, 기체에서 고체로 승화할 때에는 모두 열에너지를 방출하기 때문에 높은 에너지를 가진 상태에서 낮은 에너지를 가진 상태로 변화하면서 분자 운동이 둔해진다.

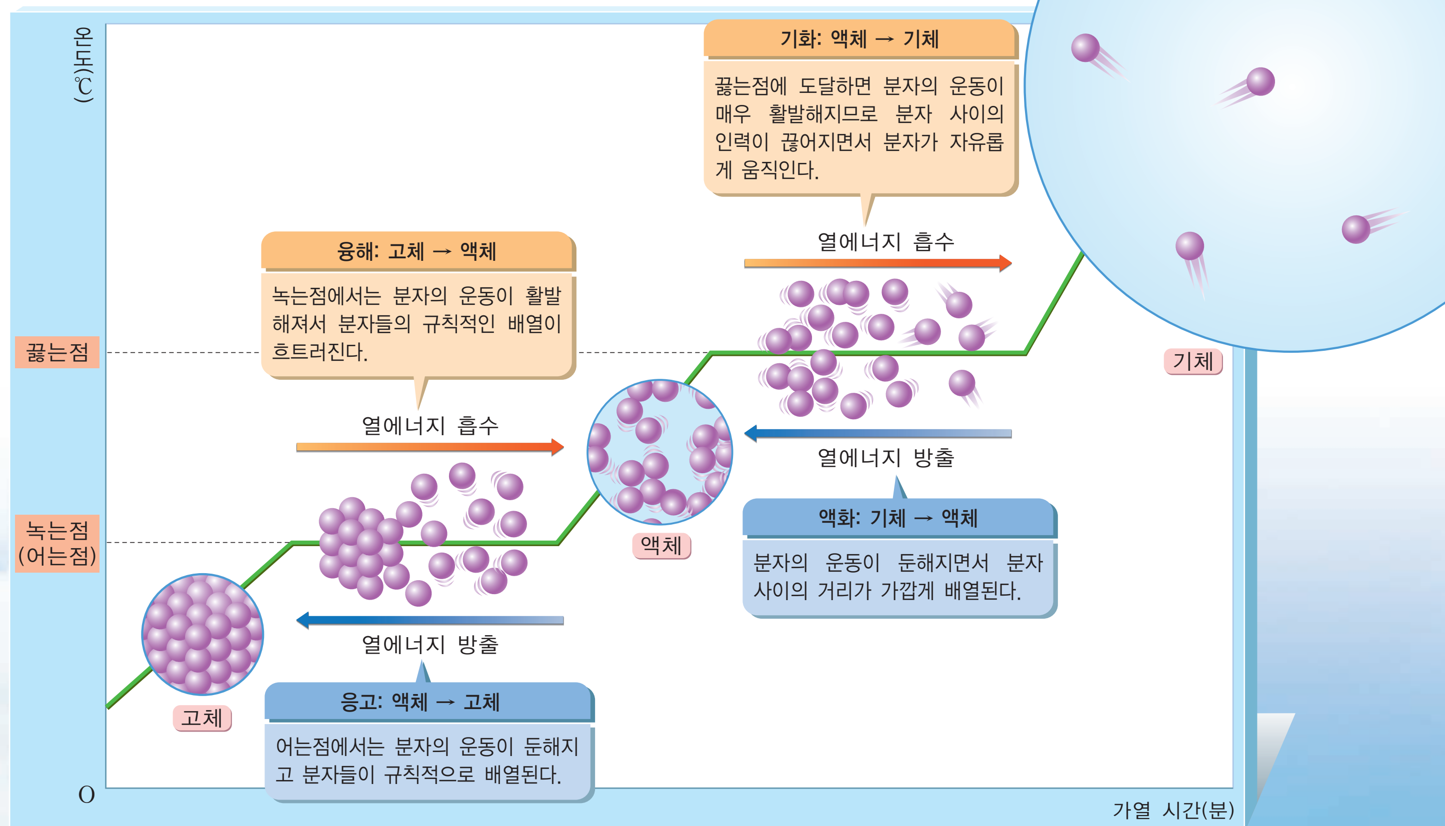


그림 Ⅵ-72 상태 변화와 분자 운동

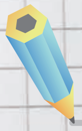
자기 주도 학습

개념 확인하기

열에너지를 흡수하여 분자 운동이 활발해질 때 일어나는 물질의 상태 변화에는 어떤 것들이 있는가?

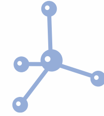
생활 속 문제 해결하기

상태 변화 과정에서 분자 운동의 변화를 설명할 수 있는 실생활의 예를 찾아보자.

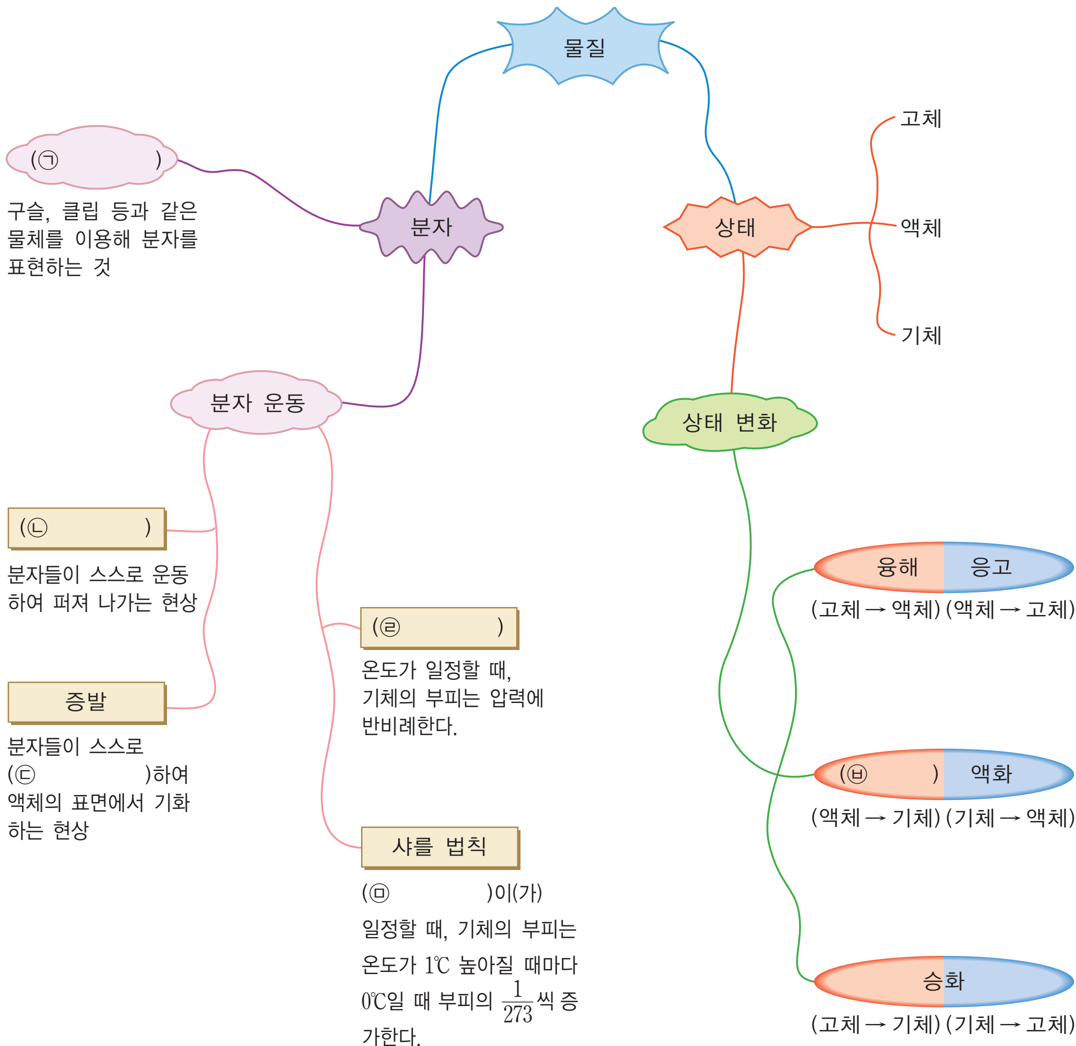


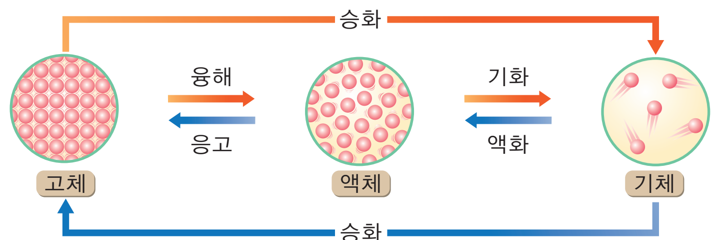
대단원 마무리

Ⅵ. 분자 운동과 상태 변화


개념 정리하기







개념 적용하기



1 분자 운동에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 고체는 분자 운동을 하지 않는다.
② 분자는 한쪽 방향으로만 움직인다.
③ 분자가 가벼우면 분자 운동이 느리다.
④ 분자의 규칙적인 운동이 브라운 운동이다.
⑤ 분자는 상태에 관계없이 계속 스스로 움직인다.

2 다음은 '확산'과 '증발' 중 어느 현상에 해당하는지 쓰시오.

(1) 널어놓은 빨래가 마른다. (　　　)
(2) 컵에 들어 있는 물이 점점 줄어든다. (　　　)
(3) 냉면에 식초를 넣으면 국물에서 신맛이 난다. (　　　)
(4) 향수를 뿌린 사람 옆을 지나가면 향수 냄새가 난다. (　　　)

3 그림과 같이 온도가 서로 다른 물에 잉크를 동시에 떨어뜨렸다.



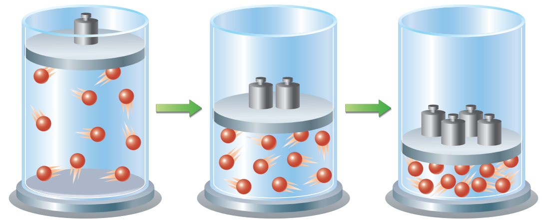
(가) 0℃ (나) 60℃

잉크가 더 잘 퍼지는 삼각 플라스크의 기호와 이유를 쓰시오.

4 기체의 압력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 모든 방향으로 작용한다.
② 기체가 용기 벽에 충돌하여 나타난다.
③ 방향에 따라 압력의 크기가 달라진다.
④ 분자 수가 같을 때 부피가 작을수록 압력이 커진다.
⑤ 부피가 같을 때 분자의 운동 속도가 빠를수록 압력이 커진다.

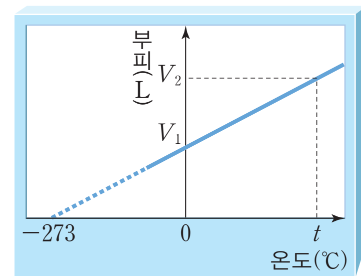
5 그림은 온도가 일정할 때, 압력이 증가함에 따라 기체의 부피가 감소하는 것을 나타낸 모형이다.



이 모형은 어떤 법칙을 설명하고자 한 것인지 쓰시오.

6 10℃, 2기압에서 어떤 기체의 부피가 60 mL이다. 같은 온도에서 압력을 4기압으로 변화시킬 때 기체의 부피는 몇 mL인지 쓰시오.

7 그래프는 일정한 압력에서 온도에 따른 기체의 부피 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 온도가 올라갈수록 기체의 부피가 증가한다.
② 이론적으로 −273℃에서 기체의 부피는 0이 된다.
③ −273℃를 절대 영도라고 하고, 절대 온도는 $273+t$℃이다.
④ −273℃보다 낮은 온도에서는 기체가 액체나 고체 상태로 변한다.
⑤ 기체는 종류에 관계없이 온도가 1℃ 올라갈 때마다 0℃일 때 부피의 $\frac{1}{273}$배씩 증가한다.

개념 적용하기

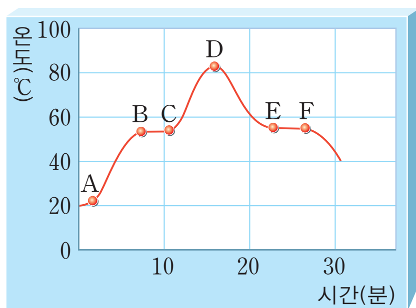


8 그림과 같이 고체 아이오딘을 넣은 비커에 찬물이 들어 있는 둥근 바닥 플라스크를 올려놓고 서서히 가열하였다. 이때 나타나는 상태 변화와 같은 현상은?



① 얼음이 녹아서 물이 된다.
② 바닷물을 끓이면 소금이 생긴다.
③ 설탕이 물에 녹아 설탕물이 된다.
④ 겨울철에 언 빨래가 서서히 마른다.
⑤ 공기 중의 수증기가 상승하여 구름이 된다.

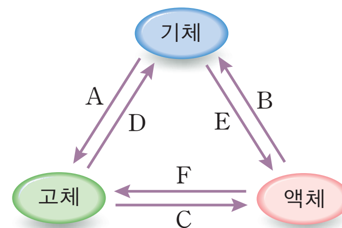
9 그래프는 어떤 고체를 가열하여 녹인 다음 다시 식혔을 때의 온도 변화를 나타낸 것이다.



상태 변화가 일어나는 구간을 있는 대로 쓰시오.

10 열에너지를 방출하는 상태 변화는? (정답 2개)
① 촛농이 떨어지다가 굳는다.
② 아이스크림이 녹아 흘러내린다.
③ 옷장 속의 나프탈렌이 한 달 전보다 작아졌다.
④ 운동을 한 후 흠뻑 젖었던 옷이 저절로 말랐다.
⑤ 라면을 먹으려는데 안경에 김이 서려 앞이 흐려졌다.

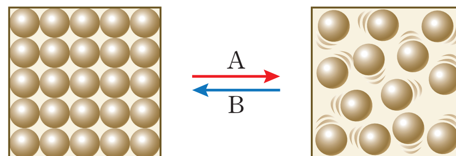
11 물질의 상태 변화를 나타낸 것이다.



(1) B와 E의 상태 변화는 무엇인가?
(2) 분자 배열이 규칙적으로 변하여 모양과 부피가 일정해지는 과정을 있는 대로 쓰시오.
(3) 열에너지를 흡수하는 과정을 있는 대로 쓰시오.

12 상태 변화에 따른 분자 운동의 변화 정도가 가장 큰 경우는?
① 물이 끓어 수증기로 변한다.
② 드라이어로 젖은 머리를 말린다.
③ 용광로에서 철이 녹아 쇳물이 흐른다.
④ 옷장 속에 넣어 둔 나프탈렌이 작아진다.
⑤ 얼음물을 담아 둔 유리컵 표면에 물방울이 맺힌다.

13 그림은 상태 변화 과정을 분자 모형으로 나타낸 것이다.



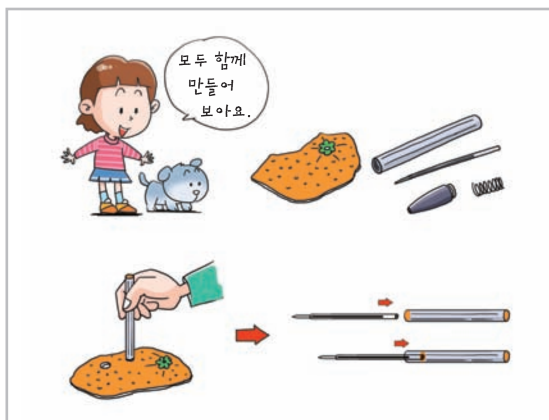
A와 B에 대한 설명으로 옳지 <u>않은</u> 것은?

		A	B
①	상태 변화	융해	응고
②	열에너지	흡수	방출
③	분자 운동	활발해짐.	느려짐.
④	분자 사이의 거리	멀어짐.	가까워짐.
⑤	분자 사이의 인력	커짐.	작아짐.

개념 응용하기

창의·인성 키우기

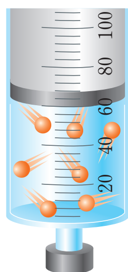
1) 귤껍질을 이용하여 재미있는 장난감을 만드는 과정이다.



볼펜대의 양쪽을 귤껍질로 막은 다음, 볼펜심 뒤쪽으로 한쪽 귤껍질을 밀면 다른 한쪽 귤껍질이 앞으로 튀어나간다. 그 이유는 무엇인지 설명하시오.

탐구력 기르기

2) 그림은 피스톤 안에 기체가 들어있는 것을 모형으로 나타낸 것이다. 이 기체의 부피를 2배로 늘릴 수 있는 방법을 설계하시오.



실생활 문제 해결하기

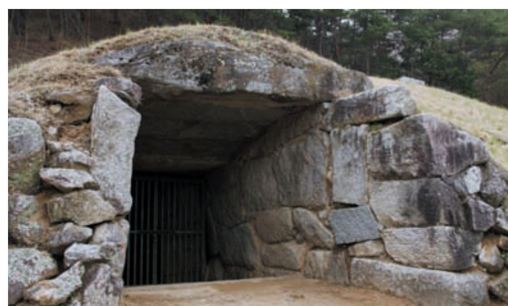
3) 물이 수증기로 되기 위해서는 많은 열이 필요하다는 사실을 이용하여 추운 겨울날 미지근한 물보다 뜨거운 물로 세차하는 경우에 더 빠르게 어는 이유를 서술하시오.



과학 글쓰기

4) 냉장고가 없던 신라 시대 이후 얼음을 보관하던 석빙고에 대한 글이다.

석빙고는 한국적이면서도 과학적인 시설로서 냉장고 역할을 하는 인공적인 구조물이다. 절묘한 천장 구조와 열전도율이 낮은 화강암을 사용한 내부 재질, 위쪽에 설치된 환기구 등 여러 가지 과학적인 구조를 이용하여 더운 여름철에도 얼음을 보관할 수 있도록 설계되었다.



위의 글을 참고로 하여 오늘날에도 석빙고와 같은 시설을 만들어 어떻게 활용할 수 있을지 써 보시오.

창의·인성 키우기

5) 그림과 같이 공연장에서는 환상적인 분위기를 연출하기 위해 어떤 방법을 사용할 수 있는지 설명하시오.



국립 해양 조사원



독도

국립 해양 조사원은 척박했던 해양 연구를 개척하며 우리 나라의 해양을 책임지고 있다. 1949년 11월 항로 조사를 위해 해군 본부 작전국 수로과로 창설되어 1963년 10월 교통부로 이관되었다. 1996년 8월 해양 수산부 출범과 함께 '국립 해양 조사원'으로 기관의 명칭이 변경되었으며, 2008년 3월 국토 해양부 소속 기관이 되었다.

국립 해양 조사원에서는 지구 온난화에 대비한 국가 해양 관측망을 구축하고, 국가 해양 기본도 조사, 선박의 안전 항해를 위한 전자 해도 개발, 이어도 해양 과학 기지의 운영을 비롯해 울릉 분지, 안용복 해산 등 우리 고유의 해양 지명을 국제기구에 등재하고, 개발 도상국에 과학적인 해양 조사 기술을 전수하는 등 국제 경쟁력 강화를 위해 노력하고 있다.



쇄빙 연구선 아라온호



Ⅶ 수권의 구성과 순환

❖ 이 단원에서는

물은 지구 표면의 약 70 %를 차지하고 있으므로 지구 환경의 변화에 큰 영향을 주고 있다. 또한 물은 인체를 구성하는 주요한 성분으로서 인간과 뗄 수 없는 관계에 있다.

이 단원에서는 수권의 분포와 특징, 빙하의 형성과 분포, 기후 변화, 해수의 성질, 해수 순환에 대해 알아보고, 인간의 활동으로 수권에 생기는 변화와 기후 변화의 관계를 살펴보자.

1

» 중단원 미리 보기

수권의 구성과 특징

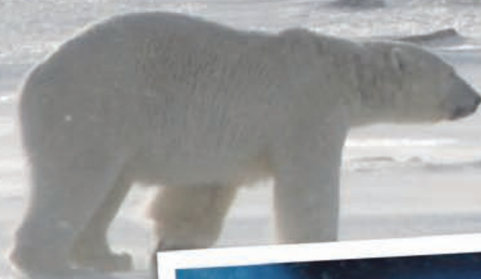
1-1 수권의 분포와 특징 | 1-2 빙하와 기후 변화 | 1-3 해수의 성질

수권

수권은 해수, 빙하, 호수, 강, 지하수 등으로 구성된다. 물은 지구에 사는 많은 생명체에게 반드시 필요한 물질이다. 우리는 물을 어떻게 이용하고 있으며, 이렇게 소중한 물을 효율적으로 관리하고 보존하는 방법에는 무엇이 있을까?











물은 지구 상의 수많은 생명체가 살아갈 수 있게 해 주는 특별한 존재이며, 인간에게 소중한 자원이기도 하다. 우리가 살아가는 데 물이 없다면 어떻게 될까?



빙하

빙하는 육지의 약 11 %를 덮고 있으며, 담수의 약 $\frac{2}{3}$를 차지한다. 이러한 빙하는 어떻게 형성되며, 인간 활동으로 어떻게 변화하고 있을까?



해수

바닷물을 증발시켜 천일염을 얻는다. 바닷물 1 kg을 증발시키면 얼마만큼의 천일염을 얻을 수 있을까? 또한 전 세계 바다의 표면 온도는 어떻게 다를까?

1-1 수권의 분포와 특징


학습 목표

- 수권이 해수, 빙하, 지하수, 강과 호수의 물 등으로 이루어짐을 설명할 수 있다.
- 물이 소중한 자원임을 설명할 수 있다.

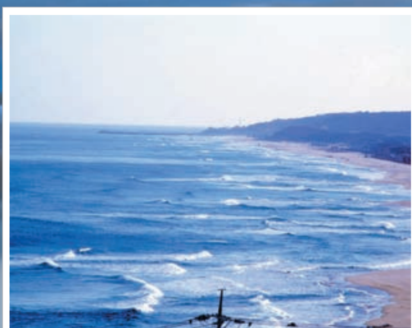
지구 밖에서 바라본 지구는 다른 행성과 달리 파란색을 띠고 있다. 지구 표면은 육지와 바다가 함께 어울려 있는데도 지구가 파란색으로 보이는 이유는 무엇일까?

우주에서 바라본 지구가 파란색으로 보이는 것은 바다 때문이다. 지구는 표면의 약 70 %가 물로 덮여 있다. 지구에서 물은 바다와 육지, 대기 중을 순환하며 지구의 생명체가 살아가는 데 중요한 역할을 한다. 그러면 지구에서 수권을 이루는 물은 어디에 얼마나 분포하고 있으며, 우리 생활과 어떤 관련이 있는지 알아보자.

수권의 분포

우리는 매일 물을 마시고 생활에 사용하기도 한다. 우리가 주변에서 흔히 볼 수 있는 물은 강이나 호수 또는 바다에 있는 물이다. 강이나 호수, 바다에는 많은 생물체가 살고 있다. 그런데 지구에서 물은 강이나 호수, 바다 이외에도 여러 곳에 다양한 형태로 존재한다. 땅속에는 지하수가 있으며, 대기 중에는 물이 수증기의 형태로 들어 있어 구름을 만들거나 비를 내리기도 한다.

그림 Ⅶ-1 수권의 구성


바다


빙하


지하수

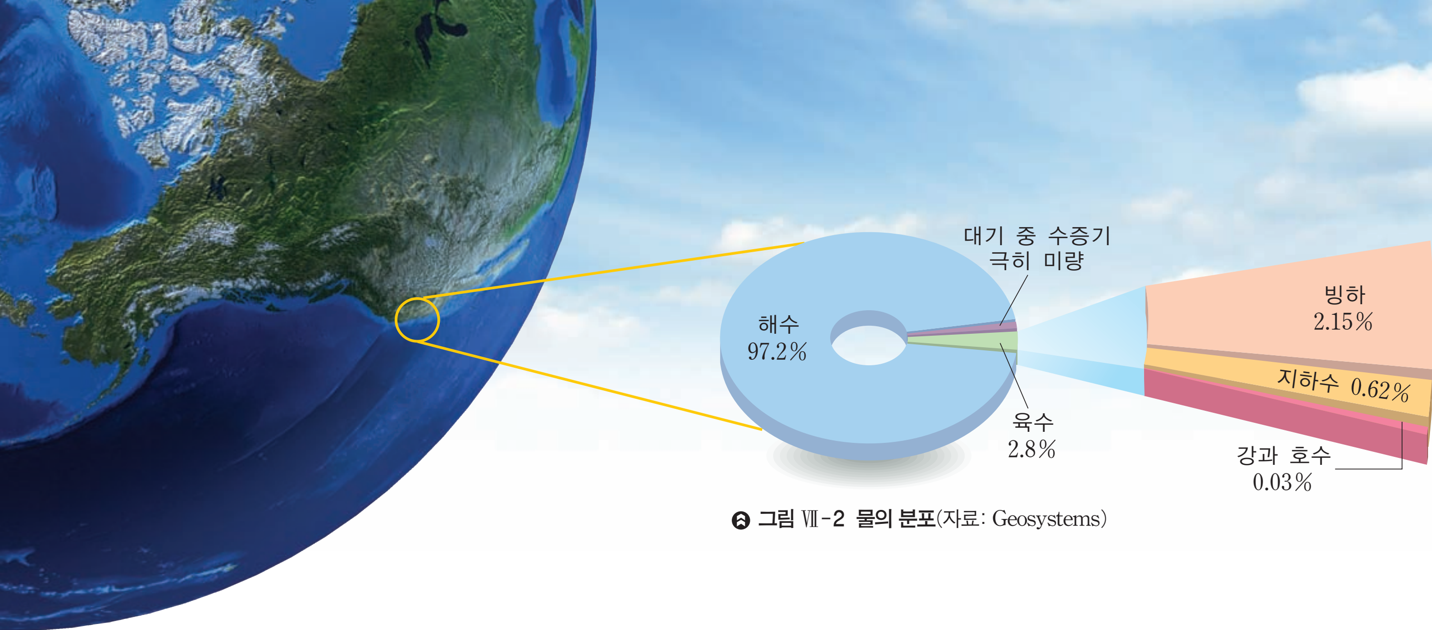
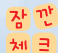


그림 Ⅶ-2 물의 분포(자료: Geosystems)

또 추운 극지방에서는 물이 빙하로 존재하기도 한다. 이와 같이 지구에서 물은 여러 곳에 다양한 형태로 분포하고 있다. 그러면 지구에 있는 물은 어디에, 얼마나 분포하고 있을까?

수권은 크게 바다에 있는 **해수**와 육지에 있는 **육수**로 나눌 수 있다. 수권의 물은 약 97.2 %가 해수로 존재하며, 육수는 약 2.8 %에 불과하다. 그리고 육수는 다시 강이나 호수의 물, 지하수, 빙하 등으로 나눌 수 있는데, 그중 가장 많은 양을 차지하는 것은 빙하이며, 그 다음으로 많은 것은 지하수이다. 빙하는 전체 육수의 약 76.7 %를 차지한다. 우리가 생활에 이용하는 강이나 호수의 물은 지구 전체 물의 양에 비하면 매우 적다.



우리가 이용하는 강이나 호수의 물은 어떻게 형성된 것인가?



강



호수



대기 중의 물

자원으로서의 물

사람 몸의 약 $\frac{2}{3}$는 물로 이루어져 있다. 물은 인체를 구성하는 주요한 성분이며, 지구에 사는 많은 생명체의 생명 활동에 반드시 필요한 물질이다. 물이 풍부한 강이나 호수 주변에는 많은 생물이 살아가고 있지만, 물이 없이는 생명체가 살아가기 어렵다.

물은 우리가 살아가는 데 소중한 자원이기도 하다. 고대로부터 인류 문명은 물이 풍부한 강가를 중심으로 발달하였으며, 오늘날에도 대부분의 대도시는 강을 끼고 있다. 그 이유는 우리의 일상생활뿐만 아니라 농업 활동이나 공업 활동에 물이 반드시 필요하기 때문이다. 따라서 오늘날에는 물을 소중한 자원으로 인식하여 **수자원**이라고 한다. 수자원은 용도에 따라 우리가 마시거나 일상생활에서 사용하는 생활용수, 공장에서 제품을 만들 때 사용하는 공업용수, 논이나 밭에서 작물을 재배할 때 사용하는 농업용수, 강이나 하천의 기능을 유지하기 위한 유지용수 등으로 구분한다.

그림 Ⅶ-3 물과 생명체

유지용수
하천의 형태를 유지하고 환경을 보호하는 데 필요한 물로서, 수질 오염의 방지나 어류의 보호를 위하여 일정한 유량을 유지해야 한다.



그림 Ⅶ-4 물은 소중한 자원_ 물은 인간뿐만 아니라 지구 상의 모든 생명체가 살아가기 위해 반드시 필요한 물질이다. 우리 생활에서는 취사, 세탁, 위생 유지에 필요할 뿐만 아니라 농업, 어업, 산업과 레저 활동에도 꼭 필요한 소중한 자원이다.







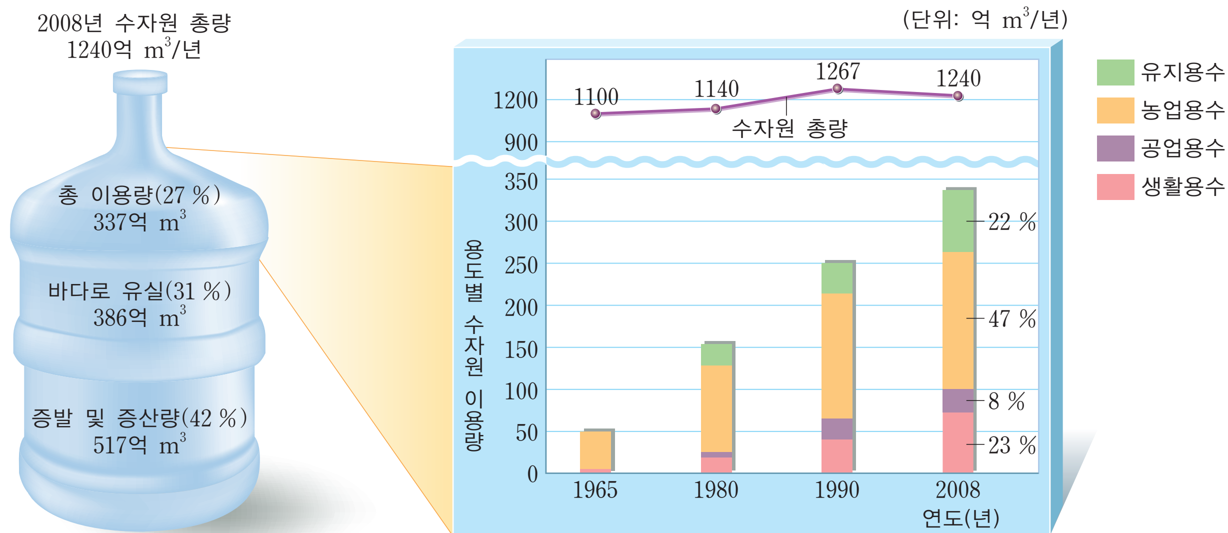


그림 Ⅶ-5 우리나라의 수자원 총량과 이용량(자료: 한국 수자원 공사, 2010)

비나 눈으로 내리는 연평균 강수량을 **수자원 총량**이라고 한다. 우리나라는 연평균 강수량이 크게 변하지 않으므로 수자원의 총량은 거의 일정하다. 그중 하천으로 흘러서 우리가 이용할 수 있는 수자원의 양은 약 58 %이며, 현재 하천이나 지하수 등으로 이용하고 있는 양은 약 27 %이다.

우리나라의 물 이용량은 꾸준히 증가하고 있다. 우리나라에서 가장 많이 이용하고 있는 수자원은 농업용수이지만, 최근에는 생활용수의 사용량이 빠르게 증가하고 있다. 이것은 인구 증가와 함께 생활 수준의 향상으로 국민 1인당 물 사용량이 증가하고 있기 때문이다.

우리나라는 비가 여름철에 집중적으로 내리기 때문에 많은 양의 수자원이 바다로 유실된다. 또 여름철의 집중 강수는 많은 홍수 피해를 일으키기도 한다. 따라서 수자원의 효율적인 관리가 필요하다.

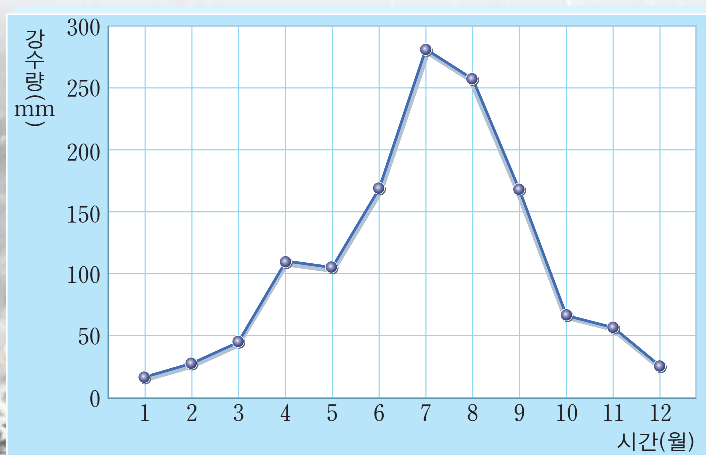


그림 Ⅶ-6 우리나라의 월별 강수량_ 우리나라는 강수량이 여름철에 집중되므로 수자원의 효율적인 관리가 필요하다.

 **댐 건설 과정에서 생긴 사회 문제들**
지역 주민들이 삶의 터전을 잃고 문화재가 파괴되었으며, 댐이 건설된 이후 주변 지역에 안개가 많이 발생하고 하류 지역의 하천 환경이 변화하였다.

그동안 우리나라에서는 수자원의 관리를 위해 주로 다목적 댐을 많이 건설하였다. 다목적 댐은 용수를 확보하고 홍수를 방지하는 데 큰 역할을 하였다. 그러나 댐 건설 과정에서 기상 변화, 수질 오염, 주거지 수몰 등 여러 가지 사회 문제들이 발생하였다. 따라서 최근에는 댐 건설 이외에도 수자원을 효율적으로 관리할 수 있는 다양한 방법들이 연구되고 있다.

물은 지구 환경의 중요한 구성 요소이며, 인간이 살아가는 데 필수적인 자원이기도 하다. 또 우리 후손들이 살아가는 데에도 반드시 필요한 요소이다. 따라서 우리는 물이 낭비되지 않도록 아껴 써야 하며, 소중한 수자원이 오염되지 않도록 노력해야 한다.



그림 Ⅶ-7 수자원의 이용

자기 주도 학습

개념 확인하기

담수 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 무엇인가?

생활 속 문제 해결하기

가정에서 물을 절약할 수 있는 방법에는 어떤 것들이 있는지 조사해 보자.

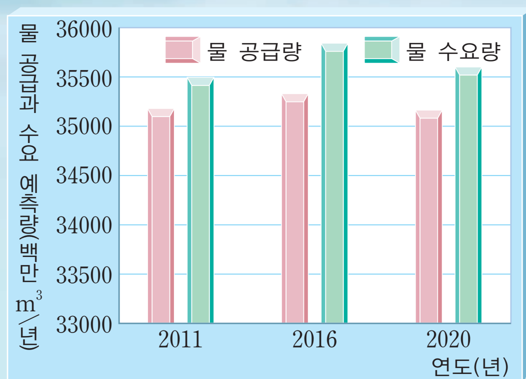
보충·심화

우리나라는 물 부족 국가

오른쪽 그림은 우리나라의 물 공급량과 수요량에 대한 전망을 나타낸 것이다.

우리나라의 최근 30년간 연평균 강수량은 1,277 mm 정도로, 세계 평균 강수량의 1.6배 정도이지만, 높은 인구 밀도로 1인당 강수량은 세계 평균의 약 $\frac{1}{6}$에 불과한 실정이다.

특히 우리나라는 1년 강수량의 65 % 정도가 6~9월 사이에 집중되어 있다. 따라서 여름철에는 홍수가 발생하여 많은 양의 물이 바다로 흘러가고, 겨울철과 봄철에는 물이 부족하여 국가적으로나 사회적으로 많은 문제가 발생하고 있다.



우리나라의 물 공급과 수요 예측량(자료: 한국 수자원 공사)

유엔에서는 각 국가의 물 상황을 분석하여 국민 1인당 1년간 이용할 수 있는 물의 양이 1,700 m^3 이상인 경우를 물 풍요 국가, 1,000~1,700 m^3인 경우를 물 부족 국가, 1,000 m^3 미만인 경우를 물 기근 국가로 분류하고 있다.

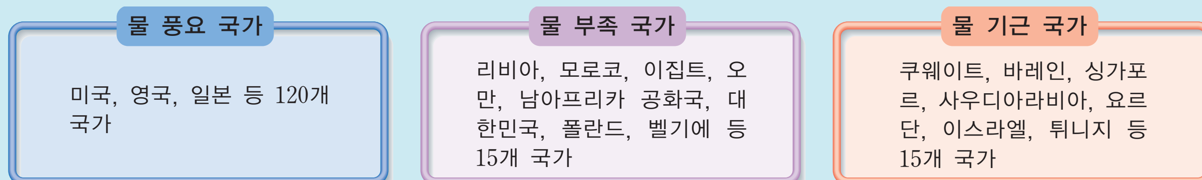


세계 평균과 비교한 우리나라의 강수량

1인당 이용할 수 있는 물의 양

우리나라는 현재 물 부족 국가에 속해 있는데, 급속히 증가하는 물 수요 때문에 멀지 않은 장래에 물 기근 국가가 될 우려가 많다.

국제 인구 행동 연구소(PAI) 기준에 의한 국가 분류



(자료: 국토 해양부, 물의 미래, 2012)

1-2 빙하와 기후 변화



학습 목표

- 빙하의 형성과 분포, 물리적 특성을 설명할 수 있다.
- 빙하 연구를 통해 과거의 기후 변화를 알 수 있음을 설명할 수 있다.
- 인간 활동으로 인해 수권에 생기는 변화와 기후 변화와의 관계를 설명할 수 있다.

유엔 환경 계획의 보고서에 따르면 지구 온난화로 빙하의 붕괴 속도가 빨라지고 있으며, 지난 30년간 북극 빙하의 12 %가 줄어들었다고 한다. 이렇게 빙하가 줄어들면 어떤 현상들이 생길까?

빙하는 육지 면적의 약 11 %를 덮고 있으며, 담수의 약 76.7 %를 차지한다. 지구 상에 존재하는 모든 빙하가 녹는다면 해수면의 높이가 현재보다 60 m 정도 높아져 지구 상의 주요 해안 도시들이 물에 잠기게 될 것이다. 이러한 빙하는 어떻게 형성되며, 어디에 분포하고 있는지 알아보자.



더 자세히

현재의 빙하

1만 년 전에는 지구 표면의 $\frac{1}{3}$을 빙하가 덮고 있었지만 점차 줄어들어 현재와 같은 분포를 이루고 있다.

빙하의 형성과 분포

매년 겨울철에 내리는 눈의 양이 여름철에 녹는 양보다 많다면 눈은 계속 쌓이게 되어 엄청난 두께가 될 것이다. 이러한 지역에서는 쌓인 눈의 아랫부분이 다져져서 얼음으로 변하는데, 이렇게 만들어진 커다란 얼음덩어리가 중력에 의해 낮은 곳으로 이동하는 것을 **빙하**라고 한다.

그림 Ⅶ-8 빙하의 종류



대륙 빙하_ 가장 큰 빙하로서, 두께가 두껍고 넓은 지역을 덮고 있다. 남극 대륙과 그린란드를 뒤덮고 있는 빙하이며, 빙상이라고도 한다.



곡빙하_ 높은 산의 골짜기에 발달하는 빙하로서, 골짜기를 따라 흘러내리는 빙하이다. 알프스 산맥이나 히말라야 산맥 등에 발달한다.



산록 빙하_ 곡빙하가 골짜기를 따라 평야 지역까지 흘러내려와 넓은 지역을 부채 모양으로 덮은 것을 말하며, 단면은 볼록 렌즈 모양이다.

빙하는 주로 극지방이나 고산 지대에서 형성된다. 이들 지대에 눈이 쌓여 점점 두꺼워지면 위쪽에 쌓인 눈의 압력으로 아래쪽에 있는 눈은 만년설로 변한다. 그 위로 계속해서 눈이 쌓이면 만년설은 거대한 얼음덩어리로 변하고, 계속되는 압력을 이기지 못한 얼음덩어리는 결국 이동을 시작한다.

현재 빙하의 약 99 %는 남극 대륙과 그린란드에 집중되어 있다. 남극 대륙의 빙하는 평균 두께가 약 2,500 m로, 전 세계 빙하의 약 88 %를 차지하고, 북극의 그린란드 빙하는 전 세계 빙하의 약 11 %를 차지한다. 남극과 그린란드 빙하를 제외한 나머지는 아이슬란드와 같은 고위도 지역의 섬이나 히말라야 산맥과 같은 고산 지대에 분포하고 있다.

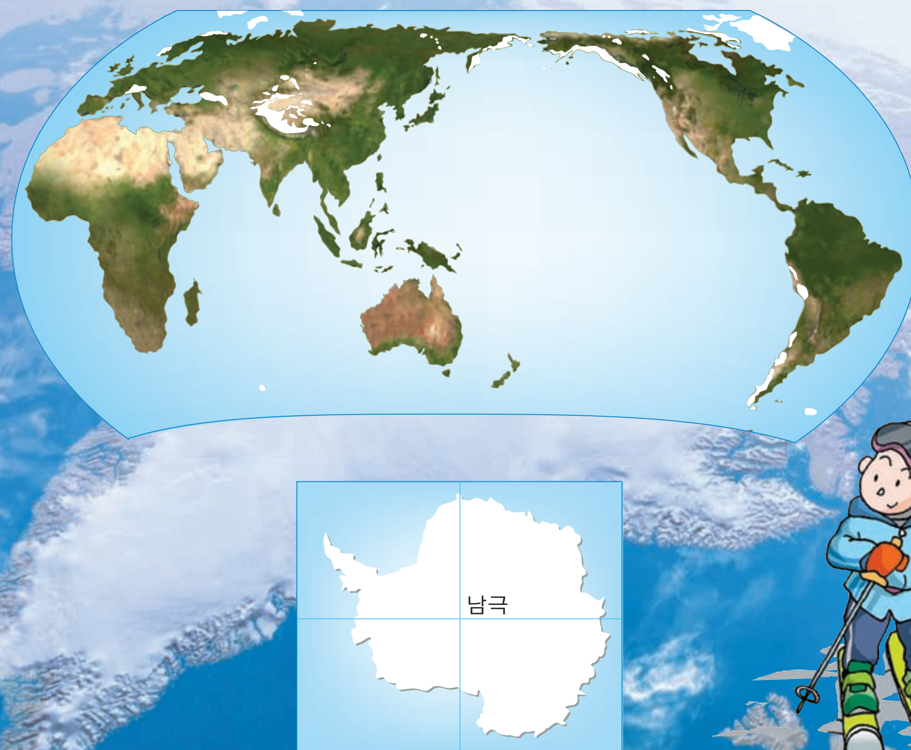

전 세계에서 빙하가 가장 많이 분포하고 있는 곳은 어디인가?



그림 Ⅶ-9 빙하의 형성 과정

만년설
높은 산이나 고위도 지역에서 1년 내내 녹지 않고 쌓여 있는 눈으로서, 눈과 빙하 얼음의 중간에 해당하는 부분적으로 고화된 눈이다.

그림 Ⅶ-10 빙하의 분포





빙하의 물리적 특성

빙하가 두껍게 쌓이면 빙하는 자체의 무게 때문에 서서히 낮은 지대로 이동한다. 빙하의 이동은 매우 느려서 그 흐름을 알아채기는 어렵지만, 빙하 위에 말뚝을 박아 놓고 말뚝의 위치가 변하는 것을 보거나 얼음에 깊은 구멍을 뚫고 파이프를 집어넣어 파이프가 변형되는 모습을 관찰하면 빙하의 이동을 알 수 있다.

대륙 빙하는 내륙의 높은 곳으로부터 해안으로 매우 천천히 흘러내린다. 한편, 곡빙하는 산의 계곡을 따라 흘러내리는데, 양쪽 가장자리보다 중심부에서, 하부보다 상부에서 이동 속도가 빠르다. 빙하는 보통 하루에 수 cm에서 수 m 정도 이동하며, 겨울철보다는 여름철에, 밤보다는 낮 동안에 더 빨리 이동한다.



더 자세히

빙하의 이동 속도

알프스 산맥에서는 40~200 m/년, 히말라야 산맥에서는 700~1,300 m/년이다.

빙하는 이동하면서 바닥이나 측면의 암석들을 깎아 내고 이들을 낮은 곳으로 운반한다. 빙하에 의한 침식 및 운반 작용은 매우 강력하여 지형을 크게 변화시킨다. 두꺼운 대륙 빙하가 이동하는 곳에서는 강력한 바닥 침식으로 육지의 기복이 거의 깎여서 평탄한 지형이 만들어지며, 곡빙하가 흐르는 골짜기에서는 바닥과 측면의 암석들이 깎여 나가 **U자곡**이 만들어진다.

이동해 온 빙하가 녹는 저지대에서는 빙하에 의해 운반되어 온 암석이나 퇴적물이 쌓여 **빙퇴석**이 만들어진다. 여기에는 날카롭고 모가 많이 나 있는 암석 파편들과 모래, 점토가 뒤섞여 있다.

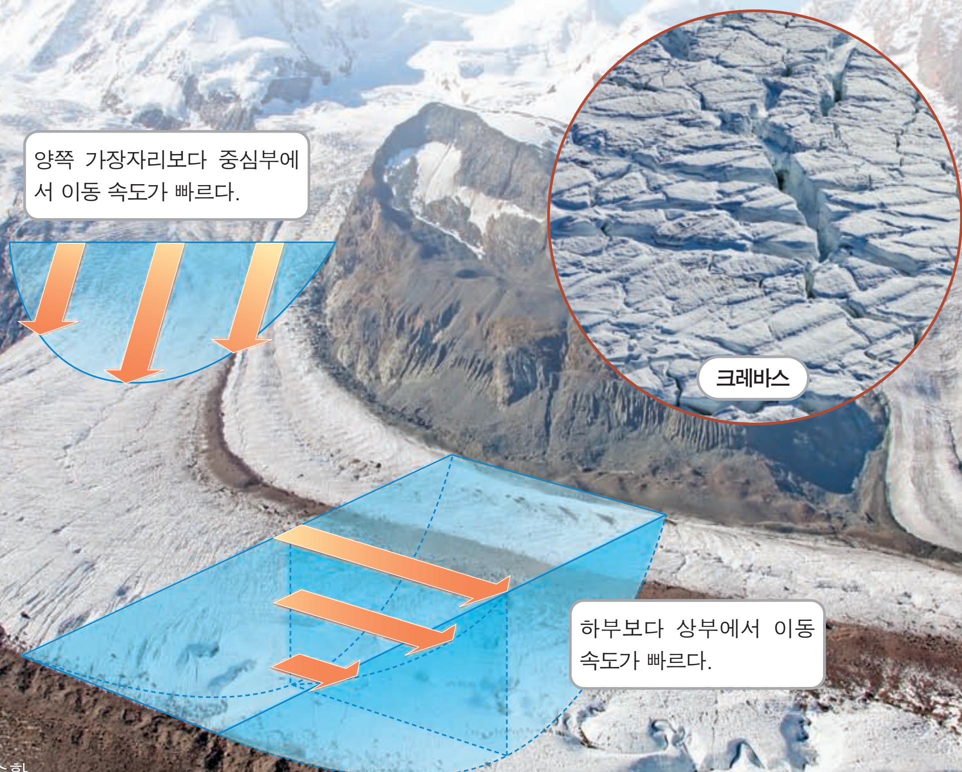


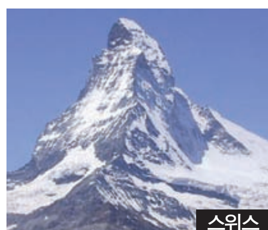
그림 Ⅶ-11 빙하의 이동 속도_ 빙하는 각 부분의 이동 속도가 다르기 때문에 크레바스라고 불리는 갈라진 틈이 생긴다.

보충·심화

빙하 지대에서 형성되는 지형



권곡
빙하 침식 골짜기의 상류 쪽 끝에 있는 웅덩이 모양의 지형이다.



혼
빙하가 흘러내리면서 산 정상부를 깎으면 삼각뿔 모양의 날카로운 봉우리가 형성된다.



빙하
눈이 다져져 형성된 두꺼운 얼음층으로서, 중력에 의해 낮은 곳으로 천천히 미끄러져 내려온다.



U자곡
빙하가 이동하면서 계곡을 넓고 깊게 깎아 U자 모양의 계곡을 만든다.



유빙
바람이나 해류 등의 영향으로 해안에 정착하지 못하고 표류하는 해빙이다.



빙퇴석
빙하가 낮은 곳으로 흘러 내려 오면서 운반해 온 거친 돌들이 빙하가 녹으면서 빙하가 끝나는 지역에 쌓여 만들어진다.



빙하에 긁힌 자국
빙하의 이동으로 바닥이 깎여 나가면서 생긴 긁힌 자국으로서, 찰흔이라고도 불린다.

빙하와 기후 변화

빙하는 형성되는 데는 오랜 시간이 걸리기 때문에 빙하 속에는 과거의 지구에 대한 기록이 들어 있다. 빙하에 대한 연구를 통해 무엇을 알 수 있을까?



탐구 활동 빙하를 연구하여 무엇을 알 수 있을까? 자료 해석

목·표

빙하의 연구 결과를 통해 과거의 기후 변화를 설명할 수 있다.



유·의·점

그래프를 해석할 때 세부적인 변화보다는 전체적인 변화 경향을 파악한다.

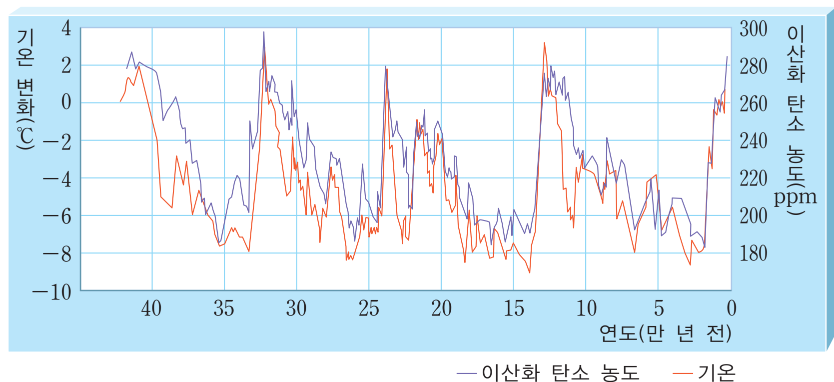
탐|구|도|우|미

ppm
100만분의 1을 나타내는 단위



과정

❶ 다음 그림은 1998년 남극의 보스토크 기지에서 빙하를 시추하여 얻은 지난 42만 년 동안의 지구 기온 변화와 시추한 빙하 속에 들어 있던 공기 방울을 통해 알아낸 과거의 대기 중 이산화 탄소의 농도 변화를 나타낸 것이다.



❷ 지구의 기온 변화는 대기 중 이산화 탄소의 농도 변화와 어떤 관계가 있는지 살펴본다.



결과

1 지난 42만 년 동안 지구의 기온은 어떻게 변하였는지 설명해 보자.

2 지구의 기온이 높아지는 데 걸리는 시간과 낮아지는 데 걸리는 시간 중 어느 것이 더 짧은가?

3 이산화 탄소의 농도가 높아졌을 때 지구의 기온은 어떻게 변하였는가?



해석 창의·인성

1 대기 중 이산화 탄소의 농도가 계속 증가한다면 앞으로 지구의 기온은 어떻게 변할 것으로 예상되는가?

2 시추한 빙하에서 과거 이산화 탄소의 농도 변화를 어떻게 알 수 있는지 설명해 보자.

3 빙하에 대한 연구를 통해 무엇을 알아낼 수 있는지 설명해 보자.

빙하에는 과거의 기후 변화에 대한 여러 가지 정보가 들어 있다. 극지방의 빙하는 두께가 수천 m에 이르기 때문에 극지방에서 시추한 빙하를 조사하면 과거 수십만 년 동안의 기온 변화를 알 수 있다. 또 빙하 속에는 얼음 사이에 작은 기포들이 들어 있는데, 이 공기 방울은 빙하가 형성될 당시 눈 결정 사이에 있던 공기가 얼음 속에 갇힌 것이다. 이 안에는 그 당시의 대기 중에 들어 있던 이산화 탄소가 그대로 들어 있다. 이와 같이 극지방에 있는 빙하는 지구 환경 변화의 정보를 그대로 저장하고 있어 냉동 타임캡슐이자 대기의 화석이라고도 불린다. 1998년 남극에서 시추된 빙하로부터 얻어 낸 자료는 대기 중 이산화 탄소의 농도가 높아졌을 때 지구의 기온도 높아졌음을 보여 준다.

빙하에는 바람에 날리는 먼지, 화산재, 꽃가루 그리고 오늘날의 오염 물질과 같은 대기 낙진도 함유되어 있다. 따라서 빙하에 대한 연구는 과거의 지구 환경 변화에 대한 정보를 알려 준다.

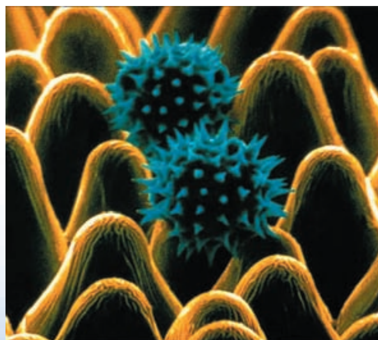

더 자세히

남극에서의 빙하 시추

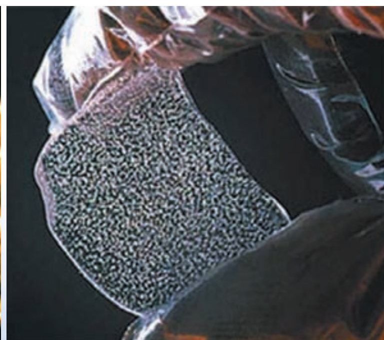
1998년에 남극에 있는 러시아의 보스토크 기지에서 3,623 m 깊이까지 빙하를 시추하였다.



그림 Ⅶ-12 남극 2,874 m 지하의 빙하 코어_ 지금으로부터 약 49만 1,000년 전에 만들어진 것이다.



꽃가루



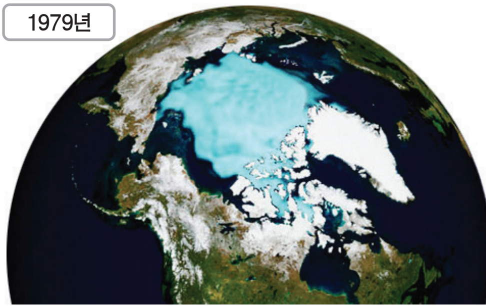
기포(공기 방울)

그림 Ⅶ-13 빙하에 들어 있는 정보



그림 Ⅶ-14 대한민국 극지 연구소 연구원들의 시추 연구 모습(극지 연구소 제공)

1979년



2009년

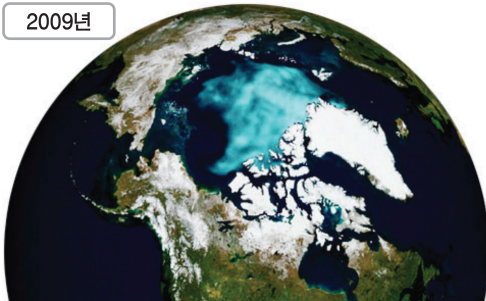


그림 Ⅶ-15 1979년과 2009년의 북극해 얼음 면적의 변화

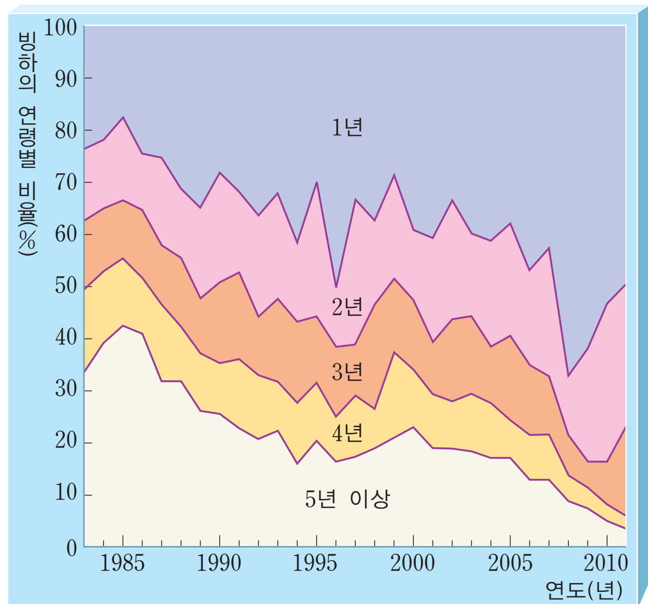


그림 Ⅶ-16 1883년부터 2011년까지 북극해 얼음의 연령별 구성 비율_최근 28년간 북극해에서 두껍고 오래된 얼음은 감소하였다.



더 자세히

북극 항로

최근 들어 북극해의 얼음이 녹는 속도가 빨라지면서 북극 항로 개통 시기가 점차 빨라지고 있다. 북극 항로는 아시아와 유럽을 잇는 최단 뱃길이다.

한편, 최근에는 빙하가 점점 줄어들고 있다. 남극 대륙의 해안에서는 빙하가 깨어져 빙산으로 떨어져 나가고 있으며, 히말라야와 같은 고산 지대에서는 빙하가 점점 사라져 가고 있다. 특히 북극해에서는 빙하로 덮인 부분의 면적이 급격히 줄어들고 있다. 이와 같이 빙하가 줄어드는 것은 지구 온난화와 관련이 있다.

지구 온난화로 지구의 기온이 상승하면 빙하는 감소하고 해수면이 상승하게 된다. 현재 해수면의 높이는 매년 높아지고 있으며, 이로 인해 태평양과 인도양의 몇몇 섬나라들은 점차 물속으로 잠기고 있다.

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
현재 지구에서 빙하가 분포하고 있는 곳은 어디인가?	현재 진행되고 있는 지구 온난화를 방지하기 위해서는 어떤 노력이 요구되는가?	대기 중 이산화 탄소의 양을 줄이기 위한 방법에는 어떤 것들이 있는지 조사해 보자.

그림 Ⅶ-16 해수면 상승으로 물에 잠겨 가는 투발루

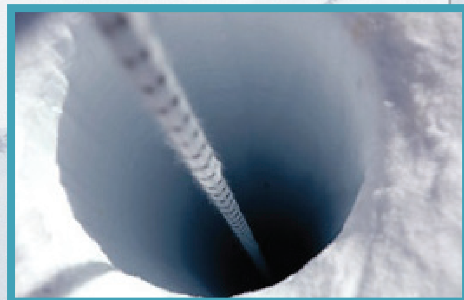
STEAM 융합

남극 보스토크에서의 빙하 시추

1998년 1월 남극에 있는 러시아의 보스토크 기지에서는 빙하를 3,623 m 깊이까지 시추하였다. 그리고 여기서 약 42만 년 된 얼음을 발굴하였다. 시추 팀은 아래쪽에 호수가 있는 것을 알고 수면이 130 m 남았을 때 시추를 중단하였다. 왜냐하면 이 호수는 오랜 시간 동안 지구의 생물권에서 고립되어 있었기 때문에 보스토크 호수에는 희귀한 박테리아나 생물체가 살고 있을 수도 있으며, 빙하의 굴착으로 호수가 오염될 것을 우려하였기 때문이다.

그 후 오염을 줄이는 굴착 기술이 개발되어 2006년 작업이 재개되었다. 그 결과 2012년 2월에 3,769.3 m 아래에 있는 보스토크 호수의 수면에 도달하는 데 성공하였다.

연구진은 드릴에 달린 센서가 액체 상태의 물을 감지하면 굴착을 멈추고 압력을 조절하여 호수의 물을 흡입하여 채취한 후, 드릴을 철수해 시추공의 맨 아랫부분에 얼음마개가 생기도록 하였다. 연구진은 차후에 다시 구멍을 뚫어 그 얼음을 채취해 분석한다는 계획을 갖고 있다.



빙하 시추공

극지 연구원들의 남극 활동 모습(극지 연구소 제공) _ 최근에는 우리나라의 연구원들도 남극에서 다양한 연구를 수행하고 있다.





1-3 해수의 성질


학습 목표

- 염분의 뜻을 알고, 염분에 영향을 주는 요인을 설명할 수 있다.
- 염분비 일정 법칙을 설명할 수 있다.
- 깊이에 따른 해수 온도 분포를 이해하고, 해수는 수온 분포에 따라 혼합층, 수온 약층, 심해층으로 구분됨을 설명할 수 있다.

예로부터 우리나라에서는 바닷물을 증발시켜 얻은 소금을 반찬의 간을 내는 데에 이용하였다. 소금의 맛이 짠 것은 어떤 성분 때문일까?

염전에서 바닷물을 증발시켜 얻은 소금을 **천일염**이라고 한다. 천일염 속에는 여러 가지 물질이 포함되어 있기 때문에 맛이 좋다고 한다. 바닷물 속에는 어떤 성분들이 들어 있으며, 소금은 얼마나 들어 있는 것일까?

염분

바닷물을 증발시키면 하얀 고체 가루나 덩어리가 생기는데, 여기에는 염화 나트륨뿐만 아니라 염화 마그네슘, 황산 마그네슘 등과 같은 물질들이 함께 들어 있다. 이와 같이 바닷물 속에 들어 있는 여러 가지 물질들을 **염류**라고 한다. 염류는 바닷물 속에 이온 상태로 녹아 있다. 바닷물 속에 녹아 있는 염류에는 어떤 것들이 있을까?

그림 Ⅶ-17은 전 세계 바닷물 1 kg 속에 녹아 있는 염류의 평균적인 양을 나타낸 것이다. 염류 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 염화 나트륨으로, 전체 염류의 약 77.7 %를 차지한다.

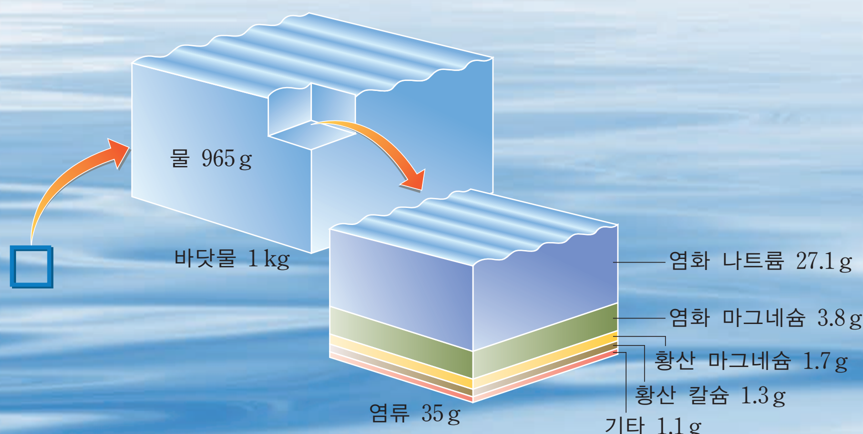


그림 Ⅶ-17 해수 중에 녹아 있는 염류의 양

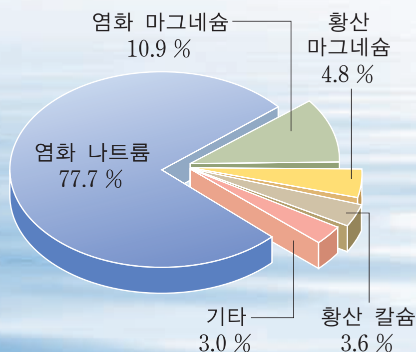


그림 Ⅶ-18 염류의 비율

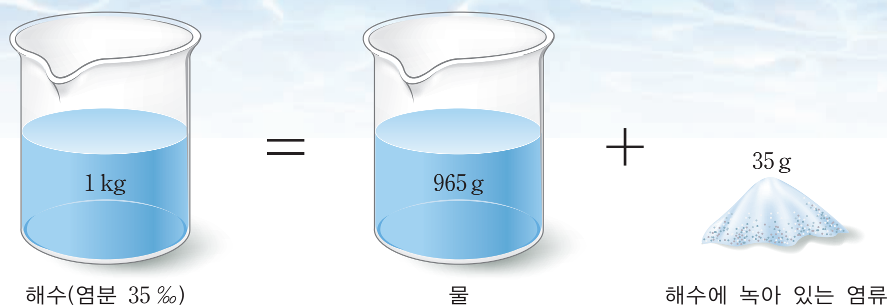


그림 Ⅶ-19 염분

바닷물 1 kg 속에 녹아 있는 모든 염류의 총량을 g 수로 나타낸 것을 **염분**이라고 하며, 단위는 천분율인 **‰(퍼밀)**이나 psu를 사용한다. 해수의 염분은 바다에 따라 다르게 나타나지만, 전 세계 해수의 평균 염분은 약 35 ‰이다.

해수의 염분은 증발량과 강수량의 차이, 담수의 유입량 등에 따라 달라진다. 증발량이 강수량보다 많은 곳은 주변보다 염분이 높고, 육지로부터 담수의 유입량이 많은 곳은 염분이 낮다.

전 세계 해양에서는 그림 Ⅶ-20과 같이 적도나 고위도 지역의 바다보다는 위도 20°~30° 부근의 바다에서 표층 염분이 높게 나타나며, 대륙과 가까운 곳의 바다보다는 대양의 한가운데에서 높게 나타난다. 이것은 표층 염분이 증발량과 강수량의 차이와 담수의 유입량에 영향을 받기 때문이다.

psu(practical salinity unit)
실용염분단위의 약자로서, 해수의 전기 전도도를 측정하여 구한다. psu는 ‰과 거의 같은 값을 갖는다.



염분이 32 ‰인 황해의 바닷물 2 kg 속에 들어 있는 물과 염류의 양은 각각 몇 g인가?

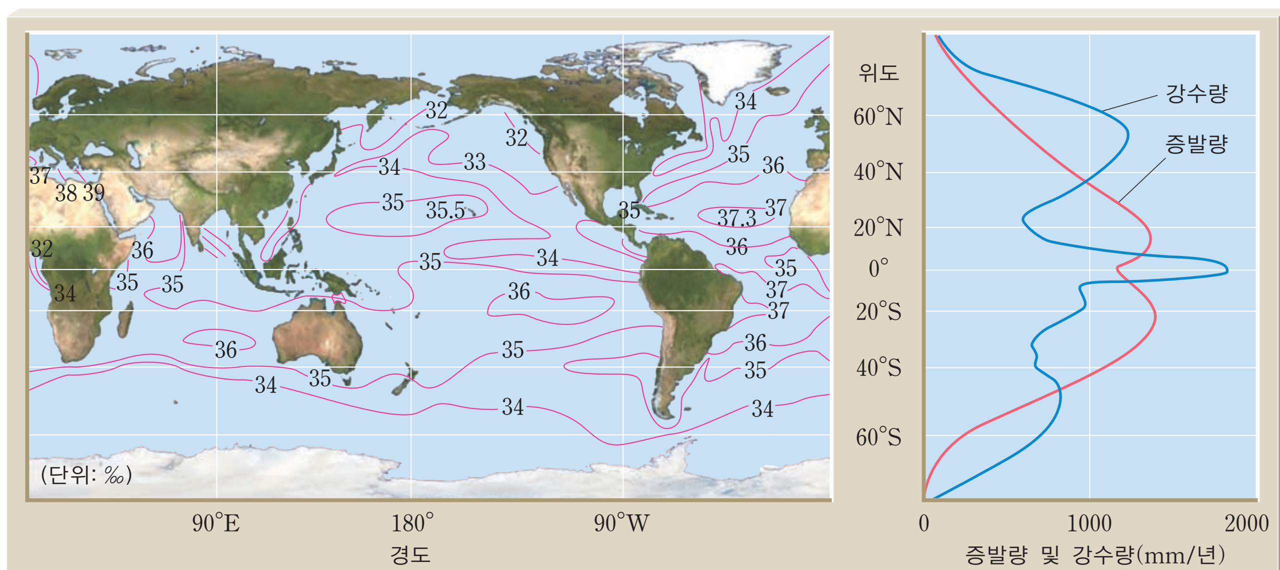


그림 Ⅶ-20 전 세계 해양의 표층 염분 분포 및 증발량과 강수량의 분포



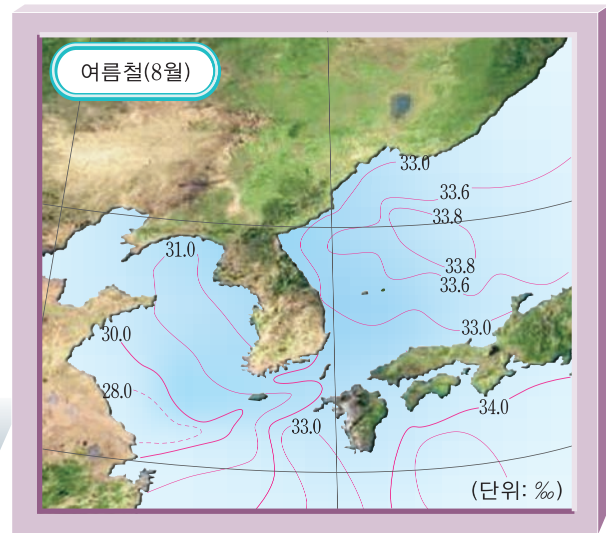


그림 Ⅶ-21 계절에 따른 우리나라 주변 바다의 염분 분포

우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있다. 우리나라 주변 바다의 염분은 어떠할까?

그림 Ⅶ-21과 같이 우리나라 주변 바다의 염분 분포는 계절에 따라 다르게 나타난다. 겨울철보다는 강수량이 많은 여름철에 염분이 낮게 나타난다. 또 장소에 따른 염분 차이도 나타난다. 같은 위도에서는 계절에 관계없이 황해의 염분이 동해보다 낮게 나타난다. 이것은 육지로부터 흘러들어오는 하천수의 양이 동해보다 황해에서 많기 때문이다.



이미지 사이언스 사해



사해는 이스라엘과 요르단 국경에 위치한 길쭉한 모양의 호수이다. 사해에는 요르단 강의 물이 흘러들어가지만 유출되는 물이 없으며, 물이 들어오는 만큼의 증발이 일어나기 때문에 수면의 높이가 어느 정도 유지된다. 그리고 활발한 증발로 사해의 염분은 일반 해수의 5배 이상인 200 ‰에 달한다. 이는 수영을 하지 못하는 사람이 물에 쉽게 뜰 수 있는 수준이다. 이러한 특징 때문에 매년 많은 사람들이 관광을 위해 사해를 방문하고 있지만, 워낙 고염분의 물이기 때문에 30분 이상 수영하는 것은 건강에 좋지 않다고 한다.

염분비 일정 법칙

해수에는 어떤 염류가 가장 많이 녹아 있으며, 각 염류들 사이의 비율은 어떠할까?

해 보기 동해와 황해의 염류 구성비 비교

비교

표는 동해와 황해의 바닷물 속에 들어 있는 염류의 종류와 양을 나타낸 것이다.

염류	바닷물 1 kg 속에 포함된 염류의 양(g)	
	동해	황해
염화 나트륨	25.64	24.10
염화 마그네슘	3.60	3.38
황산 마그네슘	1.55	1.46
황산 칼슘	1.19	1.11
황산 칼륨	0.83	0.77
기타	0.19	0.18
합계	33.00	31.00

해석

1 염류의 총량에 대한 각 염류의 비율을 구하여 표를 완성해 보자.

(단위: %)

구분	염화 나트륨	염화 마그네슘	황산 마그네슘	황산 칼슘	황산 칼륨	기타	합계
동해	77.70	10.91	4.70	3.61	2.50	0.58	100
황해							100

2 동해와 황해에서 각 염류의 구성비는 어떠한가?

해수의 염분은 시간과 장소에 따라 달라지지만, 해수에 녹아 있는 염류 사이의 비율은 항상 일정하다. 이것을 **염분비 일정 법칙**이라고 한다. 이와 같이 염분비가 일정하게 유지되는 이유는 염류가 바닷물의 운동과 순환에 의해 충분히 섞이고 있기 때문이다.

염분비 일정 법칙을 이용하면 한 가지 염류의 양만 알아도 염분을 구할 수 있다. 일반적으로 해수의 염분은 바닷물 속에 가장 많이 녹아 있는 염화 이온의 양을 이용하여 구한다.

해수의 온도

바닷물은 태양 복사 에너지를 흡수하여 따뜻해진다. 그런데 지구 표면이 받는 태양 복사 에너지의 양은 위도에 따라 다르므로, 그림 Ⅶ-22와 같이 해수의 온도는 위도에 따라 다르게 나타난다.

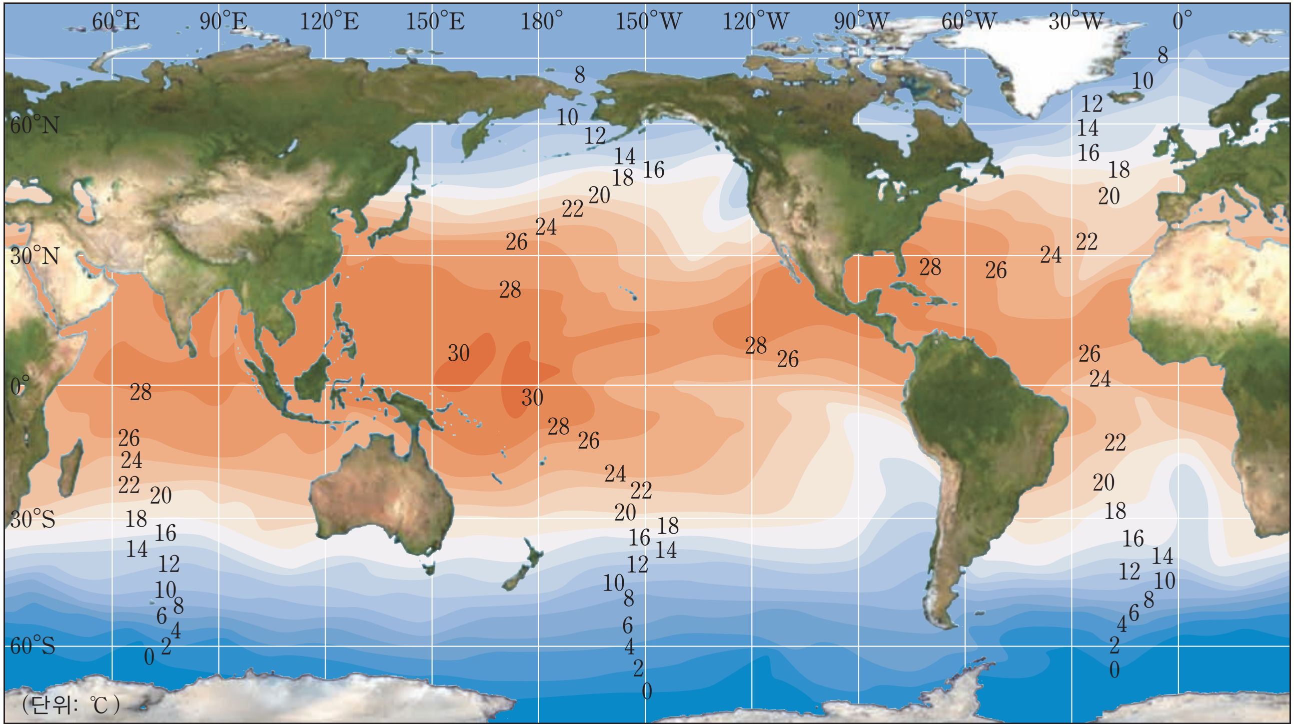


그림 Ⅶ-22 전 세계 표층 해수의 수온 분포

전 세계 바다의 수온 분포를 살펴보면 해수의 표층 수온은 일반적으로 저위도 지역에서 높고, 고위도 지역에서 낮게 나타남을 알 수 있다. 이것은 지구에 입사되는 태양 복사 에너지의 양이 저위도 지역일수록 많고, 고위도 지역일수록 적기 때문이다.

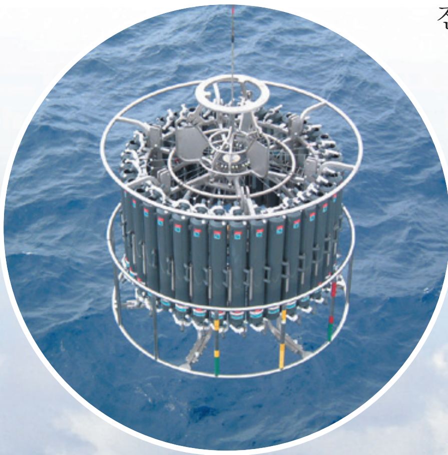


그림 Ⅶ-23 수온-염분 측정용 장비



그림 Ⅶ-24 해양 조사선

한편, 해수의 온도는 계절에 따라 달라지기도 한다. 우리나라 주변의 표면 온도는 태양 복사 에너지를 많이 받는 여름철에 높게 나타나고, 태양 복사 에너지를 적게 받는 겨울철에 낮게 나타난다. 또한 표면 온도는 북쪽으로 갈수록 낮아지고, 남쪽으로 갈수록 높아진다. 이와 같이 해수의 표면 온도는 계절이나 위도에 따라 다르게 나타난다.

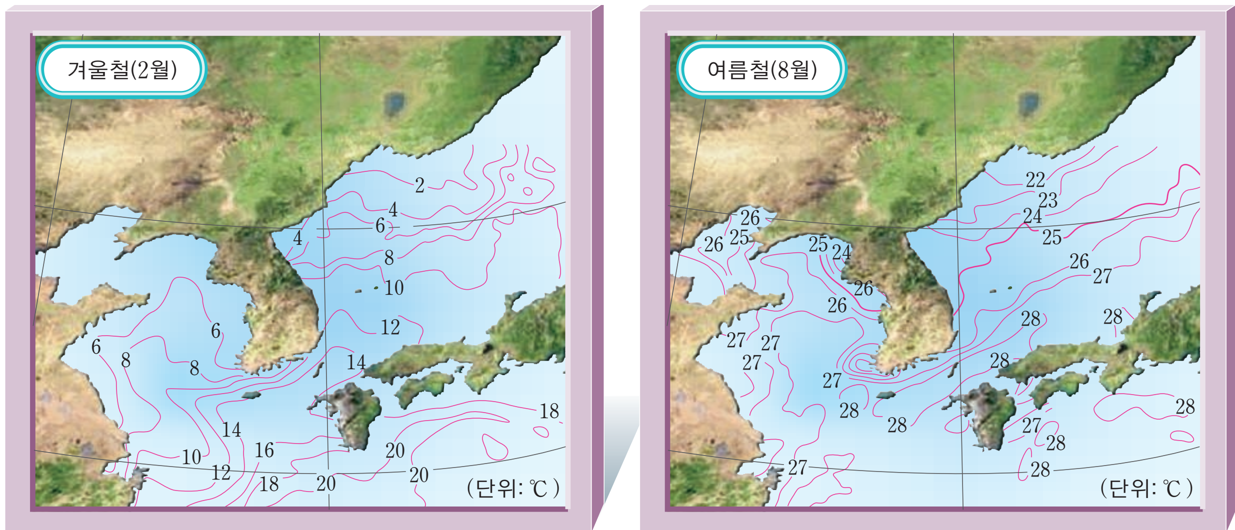


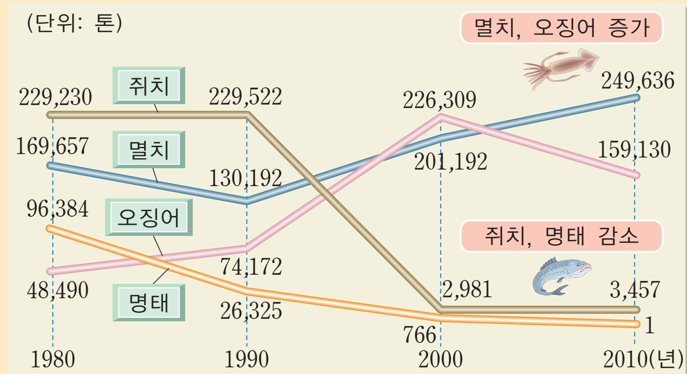
그림 Ⅶ-25 계절에 따른 우리나라 주변 바다의 표층 수온 분포

과학자료실 그 많던 동해의 명태는 어디로 갔나?

최근 우리나라 주변 바다의 온난화는 다른 곳에 비해 특히 심한 것으로 나타났다. 한반도를 둘러싸고 있는 바다의 수온이 지난 40여 년 간 세계 평균의 세 배 가까이 상승했고, 그 결과 우리나라 연근해에서 잡히는 어종도 크게 달라졌다. 2008년 한반도 근해의 표면 수온은 1968년과 비교할 때 평균 1.31℃ 상승했는데, 이것은 세계 평균인 0.5℃의 세 배 가까운 수치이다.

통계청의 어업 통계(2011년 5월 15일)에 따르면 30년 전만 해도 1년에 10만 톤 가까이 잡혔던 명태는 2010년에 고작 1톤만 잡혔을 뿐이다. 명태 어획량의 급감은 1980년대 초반 어린 명태인 노가리의 남획이 심했던 것과 최근의 해수 온도 상승이 주 원인인 것으로 추측하고 있다.

현재 겨울철 별미로 꼽히는 황태의 재료인 명태의 물량은 대부분 수입에 의존하고 있다.



우리나라 연근해의 어획량 변화_ 1980년에 우리나라 연근해에서 가장 많이 잡히던 물고기는 쥐치, 멸치, 오징어, 명태 순이었다. 그러나 30년이 지난 2010년에는 어획량 상위 어종이 멸치, 오징어, 고등어, 갈치 순으로 바뀌었다.

그러면 해수의 온도는 깊이에 따라 어떻게 변할까? 다음 탐구 활동을 통해 해수의 깊이에 따라 수온이 어떻게 달라지는지 알아보자.



탐구 활동 해수의 연직 수온 분포 실험

목·표

깊이에 따른 수온 분포가 어떻게 달라지는지 알 수 있다.

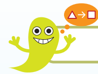
준·비·물

수조, 온도계, 전등, 스탠드, 링, 소금물, 부채, 자, 시계



유·의·점

1. 뜨거운 전구에 손이 닿지 않도록 조심한다.
2. 온도계의 눈금이 모두 같은 상태에서 실험을 시작한다.



과정

❶ 수조에 소금물을 채우고 그림과 같이 수면으로부터 각각 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm, 10 cm 되는 곳에 온도계를 설치한다.

❷ 수면 위로부터 15 cm 높이에 전등을 설치하고 전등을 켠다.



❸ 각 깊이에서 온도계의 눈금이 일정해지면 그때의 온도를 읽어 표에 기록한다.

깊이(cm)	2	4	6	8	10
소금물의 온도(°C)					

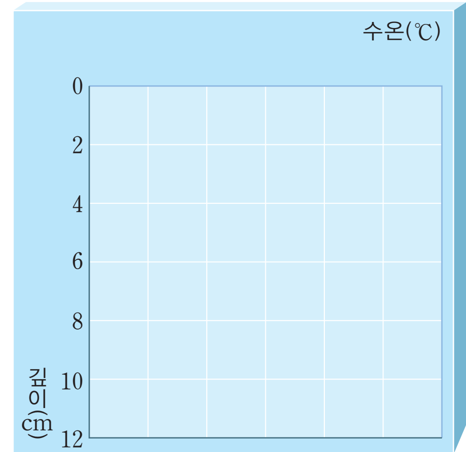
❹ 전등을 켠 채로 2분 동안 수면에 약하게 부채질을 한 후, 각 깊이에서 소금물의 온도를 재어 표에 기록한다.

깊이(cm)	2	4	6	8	10
소금물의 온도(°C)					

결과

1 과정 ③에서 측정한 깊이에 따른 소금물의 수온을 오른쪽 그래프에 그려 보자.

2 과정 ④에서 측정한 깊이에 따른 소금물의 수온을 오른쪽 그래프에 다른 색깔의 펜으로 그려 보자.



해석 창의 · 인성

1 결과 1에서 깊이에 따른 소금물의 온도 분포는 어떤 특징이 있는가?

2 결과 2에서 깊이에 따른 소금물의 온도 분포는 결과 1과 어떻게 달라졌는가? 또 그 이유는 무엇인가?



탐구의 확장 혼합층의 두께

준비물 위의 실험 장치를 그대로 사용한다.

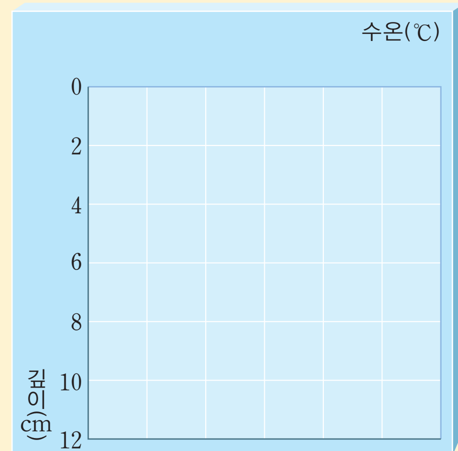
과정

탐구 활동의 과정 ④ 이후에 다시 2분 동안 수면에 좀 더 강하게 부채질을 한 후, 각 깊이에서 소금물의 온도를 재어 그래프로 그려 보자.

해석

1 탐구 활동의 결과 2에서 그린 그래프와 어떻게 달라졌는가?

2 그래프의 모양이 달라진 이유는 무엇인가?



위의 탐구 활동에서 전등만 켰을 때 깊은 곳으로 갈수록 소금물의 온도가 낮아지는 것은 전등의 열에너지가 표면에 가까운 곳일수록 많이 흡수되기 때문이다. 반면에, 수면에 부채질을 하면 바람에 의해 표면 부근의 물이 섞이게 되어 수온이 일정한 층이 생긴다.

바다에서 해수면에 입사된 태양 복사 에너지는 대부분 해수 표면 부근에서 흡수되고, 밑으로 갈수록 태양 복사 에너지는 적게 도달한다. 따라서 해수의 온도는 해수면에서 가장 높고, 깊은 곳으로 갈수록 규칙적으로 점점 낮아질 것으로 생각하기 쉽다. 그러나 바다에서 깊이에 따른 실제 수온 분포는 다음 그림과 같이 나타난다.



더 자세히

위도별 수온의 연직 분포

저위도에서 고위도로 갈수록 혼합층의 수온이 낮아진다. 위도 약 60° 이상의 고위도 지방에서는 표층과 심해층의 수온이 거의 같아 혼합층, 수온 약층, 심해층의 구분이 없어진다.

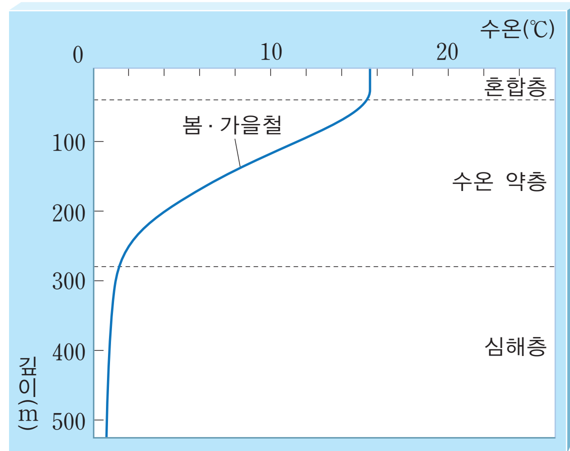


그림 Ⅶ-26 동해의 봄·가을철의 수온 분포(자료: 국립 기상 연구소, 2009)

해수는 깊이에 따른 수온 분포에 따라 혼합층, 수온 약층, 심해층으로 구분한다. **혼합층**은 수온이 높고 일정하게 나타나는 해수면 부근의 층이다. 혼합층은 태양 복사 에너지에 의해 가열된 표면의 해수가 바람에 의하여 표면 아래쪽의 물과 섞이게 되어 나타나므로 바람이 강할수록 두껍게 형성된다. 극지방 해양의 표면 해수는 태양 복사 에너지를 적게 받으므로 혼합층의 수온이 낮다. 우리나라 동해에서는 바람이 잘 불지 않는 여름철보다 바람이 잘 부는 봄·가을철에 혼합층이 두껍게 형성된다.



스스로 해결하기

해수의 깊이에 따른 수온 분포에서 아래쪽의 수온이 위쪽보다 낮아 안정하며, 혼합층과 심해층 사이의 물질 교환을 차단하는 층은 어디인가?

혼합층 아래에는 수온이 급격하게 낮아지는 구간이 나타난다. 이 구간을 **수온 약층**이라고 한다. 수온 약층은 아래쪽의 수온이 위쪽보다 낮아서 대류가 일어나기 어려우므로 안정한 층이며, 혼합층과 심해층 사이의 물질 교환을 차단한다.

수온 약층 아래에는 수온이 낮고 변화가 거의 없는 **심해층**이 있다. 심해층은 햇빛이 거의 도달하지 않는 깊이이므로 계절이나 위도에 따른 수온 변화가 나타나지 않는다.

잠깐 체크 동해에서 혼합층의 두께는 어느 계절에 가장 두꺼워지는가?

자기 주도 학습

개념 확인하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
북태평양에서 염분이 가장 높게 나타나는 곳은 위도 몇 도(°) 부근인가?	심해는 우주만큼이나 유인 탐사가 어렵다. 심해 유인 탐사가 어려운 이유는 무엇인지 알아보자.

STEAM 융합

물고기들의 인공 도시, 바다 목장

자연과 과학의 만남, 잡는 어업에서 기르는 어업으로의 변화, 그 중심에 바다 목장이 있다. 목장이라고 하면 대부분 넓은 들판에 울타리를 쳐 놓고 가축을 키우는 모습을 상상할 것이다. 바다 목장도 지상의 목장과 마찬가지로 바닷속에 물고기들이 살기 좋은 환경을 만들어 물고기가 모여 살도록 한 것이다. 그러나 이 바다 목장에는 울타리가 없다. 물고기들을 가둔 채 먹이를 주어 기르는 것이 아니라, 각 연안의 특성과 물고기의 생태학적 특성을 살려 언제나 머무를 수 있는 공간을 마련해 주는 것이다. 이것은 물고기를 위한 일종의 도시 계획으로서, 치어부터 노령의 물고기까지 대를 이어 머물 수 있게 하는 과학이 숨어 있다.


▲ 인공 어초와 치어

수심 30 m 아래의 깊은 바닷속, 그곳에 물고기들의 집이 될 초대형 인공 어초가 있다. 가로, 세로가 각각 13 m, 15 m인 거대 인공 어초는 물고기를 잡는 시대에서 기르는 시대로의 변화를 알리는 시작이 되었다. 특히 제주도의 차귀도 앞바다는 유속과 해류의 흐름이 좋고 연간 수온 변화도 아열대성이기 때문에 다양한 어종이 나타난다. 강한 햇빛을 가려 주는 상부의 음영 시설과 해조류의 부착을 쉽게 하기 위한 까칠까칠한 콘크리트 구조물까지, 인공 어초의 제작부터 투하까지 모든 부분에 과학적 원리가 적용되어 있다.


▲ 다 자란 물고기

▼ 바다 목장의 구성

2 해수의 순환과 해류

» 중단원 미리 보기



표층 해수의 순환



범선의 항해

해수의 순환

해수는 왜 일정한 방향으로 흐르는 것일까?
또 바다 깊은 곳에서는 무슨 일이 일어나고 있을까?

북태평양 아열대 해역, 하와이와 미국 본토 사이에서 쓰레기가 마치 섬처럼 뭉쳐져 있는 '쓰레기 섬'이 발견되었다. 북태평양 아열대 해역의 바닷물이 흐르면서 시계 방향으로 순환을 하게 되고, 한 지점에서 해류가 급격히 느려지자 해류를 따라 해양을 떠돌던 쓰레기들이 순환의 중심부에 갇히면서 쓰레기 섬이 만들어진 것이다. 해양을 보호하기 위해서는 어떤 자세가 필요할까?

해양 자원

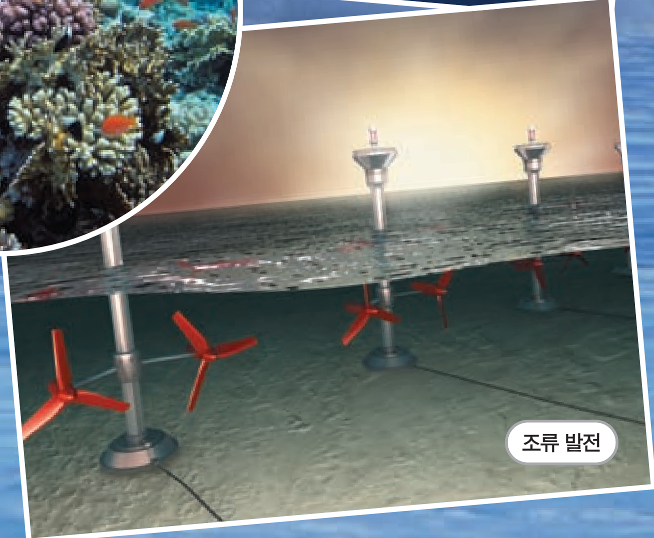
우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있어 풍부한 해양 자원을 갖고 있다. 우리는 어떻게 해양 자원을 이용하고 있으며, 해양에 어떠한 영향을 미치고 있을까? 또한 해양을 보호하기 위해서는 어떠한 노력이 필요할까?


가스 수화물


어족 자원




황태 덕장


조류 발전

2-1 해수 순환의 원리와 기능



학습 목표

- 해수 순환의 원리와 순환의 기능을 설명할 수 있다.
- 우리나라 주변 해류의 종류와 특성에 대해 설명할 수 있다.

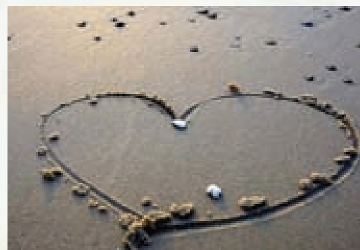
바다에서는 끊임없이 바람이 불고 바닷물이 움직이는 것을 볼 수 있다. 바닷물이 움직이는 것은 바람과 어떤 관계가 있을까? 그리고 바람이 없는 깊은 바닷속에서도 바닷물이 움직일까?

육지에는 산에서 흘러내려온 물이 모여 강을 이루고 있다. 바닷물도 강물처럼 일정한 방향으로 흘러갈까? 다음 글을 읽어 보고 바닷물이 어떻게 움직이는지 알아보자.

동해에 접해 있는 일본의 한 해변에서 파도를 타고 실려 온 작은 병 속에 담긴 어느 한국 소녀의 편지가 발견됐습니다.

병을 주운 일본 여성은 한국의 라디오 방송을 통해 한국 소녀를 찾았고, 한국을 방문해 병에 담긴 편지를 전달하며 우정을 나눴습니다.

가족 여행으로 동해안을 찾았던 한국 소녀는 자신의 꿈을 적은 편지를 작은 병에 담아 바다에 던졌고, 이 병이 바다 건너 일본에 도착했던 것입니다.





소녀가 던진 병이 바다 건너 일본에 도착한 것은 우리나라 동해안에서 일본 서해안 방향으로 흐르는 바닷물을 따라 병이 이동하였기 때문이다. 이와 같이 바닷물이 일정한 방향으로 흐르는 것을 **해류**라고 한다. 해류는 바다 표면 근처에서 흐르기도 하고 깊은 바닷속에서 흐르기도 한다.

표층 해류

바다의 표면 가까이에서 일정한 방향으로 흐르는 해류를 **표층 해류**라고 한다. 표층 해류는 어떤 원인에 의해 발생하는 것일까?



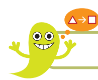
탐구 활동 바람에 의한 물의 이동 실험

목·표

표층 해류가 발생하는 원리를 설명할 수 있다.

준·비·물

큰 수조, 종잇조각, 장난감 선풍기



과정

❶ 그림과 같이 수조에 물을 채우고 종잇조각 여러 개를 물 위에 띄운다.
❷ 장난감 선풍기를 작동시켜 물 위에 댄 후 바람이 한쪽 방향으로 불도록 하면서 종잇조각이 어떻게 움직이는지 관찰한다.
❸ 두 사람이 수조 양쪽의 오른쪽 모서리에서 장난감 선풍기를 이용하여 서로 반대 방향으로 바람이 불도록 하면서 종잇조각이 어떻게 움직이는지 관찰한다.





결과 및 해석 창의·인성

1 물 위에 바람이 불 때 종잇조각은 어느 방향으로 움직이는가?

2 종잇조각이 움직이는 이유는 무엇인가?

3 수조 양쪽에서 서로 반대 방향으로 바람이 불도록 하였을 때 종잇조각은 어떻게 움직이는가?

수조 위에서 일정하게 한 방향으로 바람이 불면 물이 일정한 방향으로 이동하듯이 바다 위에서도 바람이 일정한 방향으로 계속 불면 바닷물도 한 방향으로 흐른다. 이와 같이 바람의 영향으로 해수면 가까이에서 일정한 방향으로 흐르는 바닷물의 흐름이 표층 해류이다. 표층 해류는 육지에 있는 강과 같이 바다 표면을 따라 흐르면서 바닷물을 이동시킨다.

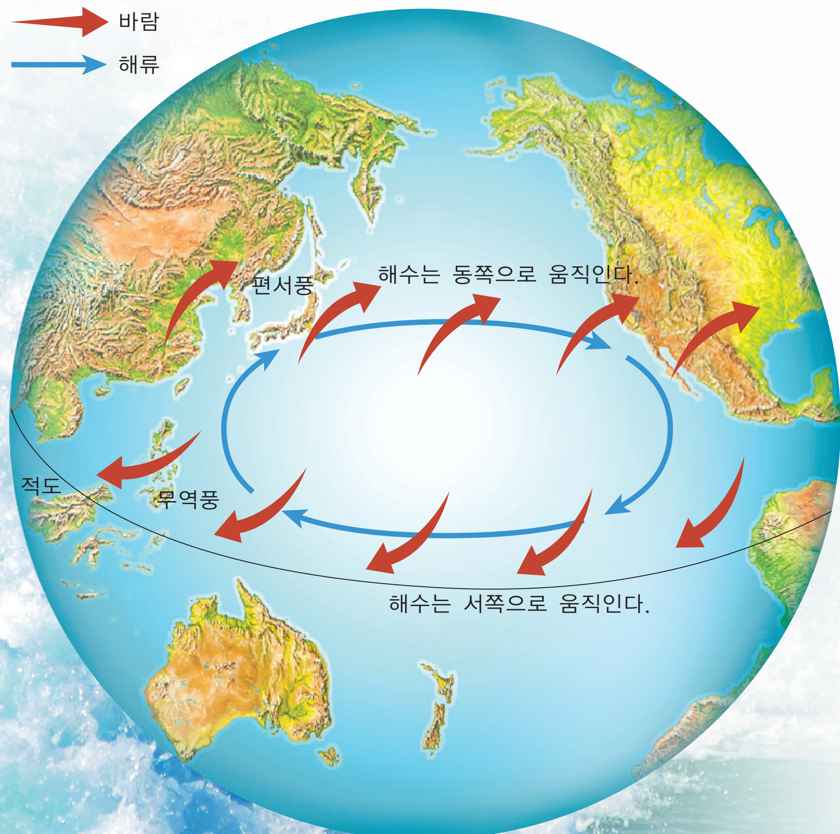
한편, 두 사람이 수조 양쪽에서 서로 반대 방향으로 바람을 불게 하면 종잇조각은 수조 둘레를 따라 한 방향으로 계속 움직이다가 제자리로 돌아온다. 이와 같이 표층 해류가 바다 위에서 계속 움직이다가 일정한 시간이 지난 후에 다시 제자리로 돌아오는 현상을 **표층 순환**이라고 한다.

우리나라 동쪽에 있는 북태평양 아열대 해역에도 표층 해류가 하나의 순환을 이루고 있는데, 그림 Ⅶ-27과 같이 바람이 불면서 해류를 순환시킨다.



북태평양 아열대 해역의 표층 해류가 순환하는 이유는 무엇인가?

그림 Ⅶ-27 북태평양 아열대의 표층 순환_ 저위도의 동쪽에서 서쪽으로 부는 무역풍과 중위도의 서쪽에서 동쪽으로 부는 편서풍의 영향으로 시계 방향으로 흐르는 큰 순환을 이룬다.



심층 해류

표층의 바닷물은 바람에 의해 움직이지만 깊은 곳의 바닷물은 바람의 영향이 미치지 않는다. 그러나 깊은 곳의 바닷물도 느리지만 움직인다는 사실이 알려져 있다. 깊은 곳에 있는 바닷물은 어떤 힘에 의해 움직이는 것일까?



탐구 활동 밀도 차에 의한 물의 이동

실험(동영상)

목·표

심층 해류가 발생하는 원리를 설명할 수 있다.

준·비·물

칸막이가 있는 수조, 비커, 찬물, 더운물, 소금물, 수돗물, 파란색 식용 색소, 붉은색 식용 색소

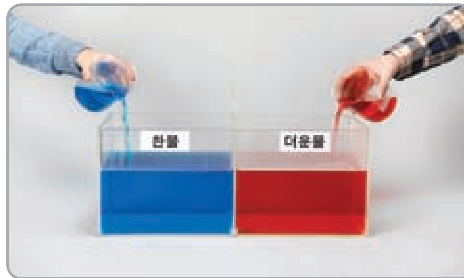
유·의·점

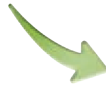
1. 화상을 입지 않도록 지나치게 뜨거운 물을 사용하지 않도록 한다.
2. 색소가 손이나 옷에 묻지 않도록 한다.



과정

❶ 그림과 같이 수조의 가운데를 칸막이로 나눈다.
❷ 수조의 한쪽에는 파란색 식용 색소를 넣은 찬물을 붓는다.
❸ 수조의 다른 한쪽에는 붉은색 식용 색소를 넣은 더운물을 같은 높이로 붓는다.
❹ 칸막이를 살며시 들어 올리면서 양쪽 물의 움직임을 관찰한다.







❺ 같은 온도의 소금물과 수돗물을 같은 높이로 부어서 같은 방법으로 물의 움직임을 관찰한다.



결과 및 해석

1 과정 ❹와 ❺에서 수조 양쪽의 물은 어떻게 움직이는가?

2 물이 이렇게 움직이는 이유는 무엇인가?

 **밀도**

어떤 물질을 구별할 때에는 질량 또는 부피의 크기만을 비교하지 않고, 같은 부피일 때의 질량 또는 같은 질량일 때의 부피를 비교한다. 물질의 특성을 비교하기 위해 어떤 물질의 질량을 부피로 나눈 것을 밀도라고 한다.

 더 자세히

위도와 해수의 밀도

고위도로 갈수록 해수 표면에 흡수되는 태양 복사 에너지의 양이 줄어들게 되므로 수온이 낮아져 해수의 밀도가 증가한다.

수온이 낮은 물은 수온이 높은 물보다 밀도가 크다. 그리고 염분이 높은 물은 염분이 낮은 물보다 밀도가 크다. 밀도가 다른 두 물이 만나면 밀도가 큰 물은 밀도가 작은 물의 밑으로 들어가고, 밀도가 작은 물은 밀도가 큰 물의 위로 올라온다.

바닷물에서 밀도의 차이는 수온과 염분에 따라 달라진다. 따라서 깊은 바다에서는 수온과 염분에 따른 밀도 차에 의해 바닷물의 움직임이 발생한다. 이와 같은 원리에 의해 깊은 바닷속에서 천천히 흐르는 해류를 **심층 해류**라고 한다.

수온이 낮아 밀도가 큰 극지방의 바닷물은 표면 아래로 가라앉은 후 적도 지방으로 이동한다. 이와 같이 바다의 표면 근처에서 흐르는 표층 해류와 깊은 바닷속의 심층 해류는 하나의 순환을 이루면서 움직이고 있는데, 깊은 바닷속에서의 해수 순환을 **심층 순환**이라고 한다.

해수의 순환은 지구의 기온 분포에 큰 영향을 미친다. 즉, 저위도의 따뜻한 해수는 고위도로 이동하여 열을 방출하고, 고위도의 찬 해수는 저위도로 이동하여 열을 흡수함으로써 위도별 연평균 기온을 일정하게 유지해 준다.

잠깐 체크 해수가 순환하지 않는다면 지구의 위도에 따른 기온은 어떻게 될까?

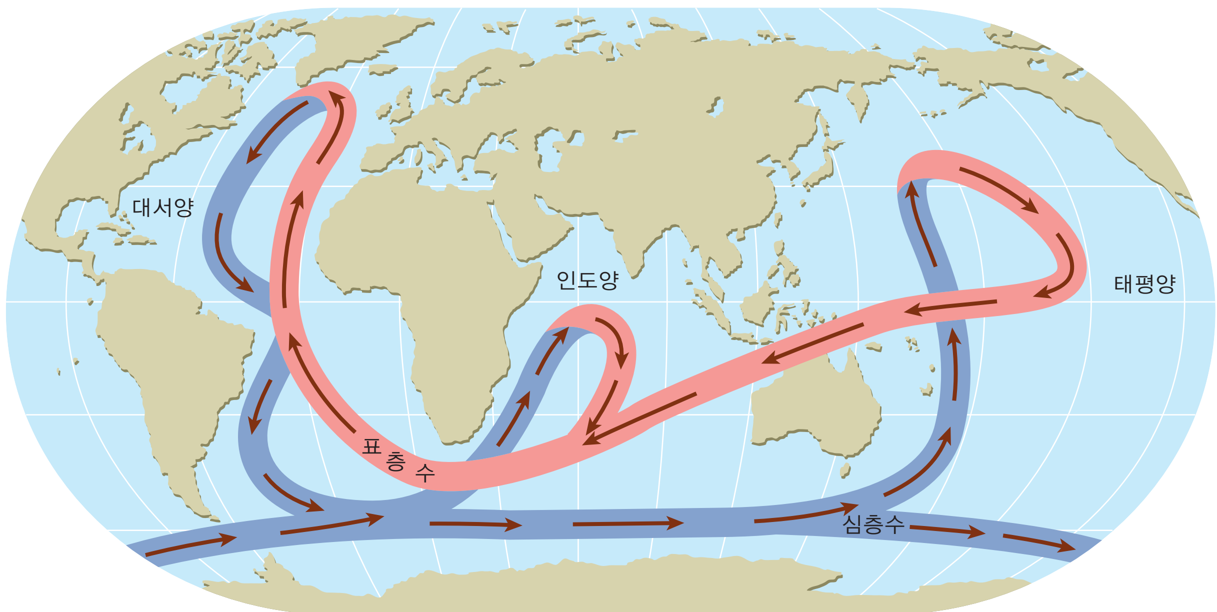


그림 Ⅶ-28 심층 순환의 모습

우리나라 주변의 해류

17세기 조선 시대 때 우리나라를 유럽에 처음 소개한 사람은 하멜 일행이다. 네덜란드의 선원이었던 하멜 일행은 상선을 타고 타이완에서 일본으로 가던 중 폭풍우를 만나 표류하다가 제주도에 오게 되었다. 그림은 하멜 일행이 탄 배가 이동해 온 것으로 예상되는 경로이다. 이들이 표류하면서 제주도로 오는 동안 배는 우리나라 남쪽에서 올라오는 해류의 영향을 받았을 것으로 생각된다.

저위도의 따뜻한 바닷물이 고위도로 이동하는 해류를 **난류**, 고위도의 차가운 바닷물이 저위도로 이동하는 해류를 **한류**라고 한다. 난류인 **구로시오 해류**는 북태평양의 서쪽 저위도 지역에서 일본 동쪽의 고위도 지역으로 이동하는 해류이다. 그림에서 보는 것처럼 이 해류의 일부는 우리나라 남쪽에서 갈라져 황해로 올라오는 **황해 난류**와 대한 해협을 거쳐 일본 서해안을 따라 올라오는 **쓰시마 난류**가 된다. 쓰시마 난류는 대한 해협을 지난 후 다시 일부가 갈라져 동해를 따라 북쪽으로 올라오는 **동한 난류**가 된다.

한편, 동해 북쪽에서는 오호츠크 해에서 남쪽으로 내려오는 **리만 해류**와 그 일부가 갈라져 남쪽으로 내려오는 **북한 한류**가 있다. 동한 난류와 북한 한류가 만나는 **조경 수역**에는 영양 염류가 많고 플랑크톤이 잘 번식하여 좋은 어장이 형성된다.

난류가 흐르는 곳에는 따뜻한 바닷물을 좋아하는 오징어, 멸치, 고등어 등이 모이고, 한류가 흐르는 곳에는 차가운 바닷물을 좋아하는 대구, 명태, 청어 등이 모인다.



그림 Ⅶ-29 서양의 문헌에 실린 하멜의 표류 경로

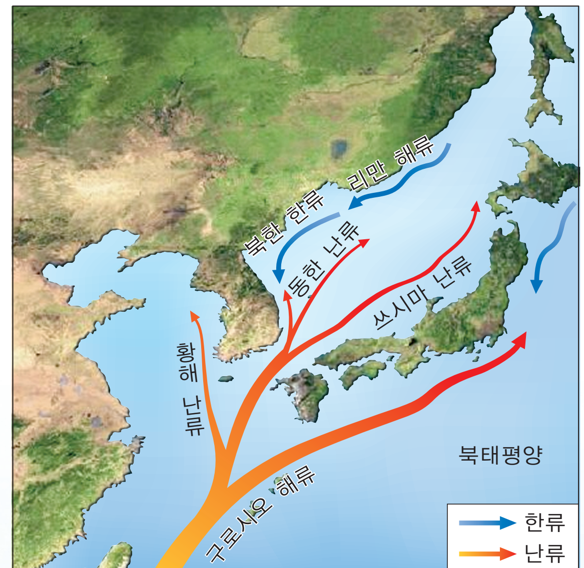


그림 Ⅶ-30 우리나라 주변의 해류

조경 수역
난류와 한류가 만나는 곳으로서, 우리나라 동해의 중앙부에 형성된다.

영양 염류
식물성 플랑크톤의 성장에 필요한 인산염, 질산염 등의 물질

자기 주도 학습

개념 확인하기	생활 속 문제 해결하기	과학과 기술, 사회 연관 짓기
표층 해류와 지구에서 부는 바람은 어떤 관계가 있는가?	해류가 우리에게 영향을 주는 사례를 찾아보자.	유조선에서 유출된 기름을 제거하는 데 해류의 움직임을 어떻게 이용할 수 있는지 설명해 보자.

2-2 해양 자원과 보존



학습 목표

- 해양 자원의 소중함을 설명할 수 있다.
- 인간 활동이 해양에 미치는 영향과 해양의 보존 방안에 대해 설명할 수 있다.

인류는 오래전부터 바다를 이용해 왔으며, 이를 위해 많은 사람들은 바다 가까운 곳에 터전을 마련하고 살아왔다. 우리는 바다로부터 어떠한 혜택을 받으며, 바다에 어떠한 영향을 미칠까?

인류는 옛날부터 바다가 주는 해산물과 소금 등의 자원을 이용하면서 생활해 왔다. 오늘날에도 바다는 생물 자원, 광물 자원뿐만 아니라 에너지 자원 등 많은 혜택을 주고 있다. 그러나 인간의 활동에 의한 해양 오염 등의 부작용도 증가하고 있다. 이러한 문제를 해결하여 앞으로도 바다를 잘 보존할 수 있는 방법에는 어떤 것들이 있을까?

그림 Ⅶ-31 바다에서 얻는 식량 자원


연안 어업


가두리 양식


갯벌 채취


염전

해양 자원의 이용

바다에 살고 있는 물고기와 해조류는 인류의 식량으로써 중요한 역할을 한다. 그리고 바닷물에는 우리 몸에 꼭 필요한 소금을 비롯하여 여러 가지 물질이 녹아 있다. 또한 해저에는 석유나 천연가스 등의 에너지 자원을 비롯하여 망가니즈, 철, 니켈 등의 광물 자원이 많이 묻혀 있어 자원 부족 문제 해결에도 큰 도움이 된다. 한편, 바닷물은 끊임없이 움직이고 있으므로 이를 이용하면 전기를 만들어 낼 수도 있다. 이와 같이 인류는 바다를 이용하여 풍요로운 혜택을 누리고 있다.

특히 우리나라는 삼면이 바다로 둘러싸여 있기 때문에 해양 자원이 풍부하다. 따라서 이러한 해양 자원을 적극적으로 개발하면 산업 발전에 큰 도움을 얻을 수 있을 것이다.

가스 수화물
메테인 등이 물과 결합하여 얼음 형태로 해저에 저장되어 있으며, 미래의 에너지원으로 주목받고 있다. 최근에는 동해의 독도 근처에서 에너지로 사용할 수 있는 가스 수화물이 발견되어 큰 관심을 끌고 있다.

그림 Ⅶ-32 바다의 에너지 및 광물 자원



과학 자료실 시화호 조력 발전소



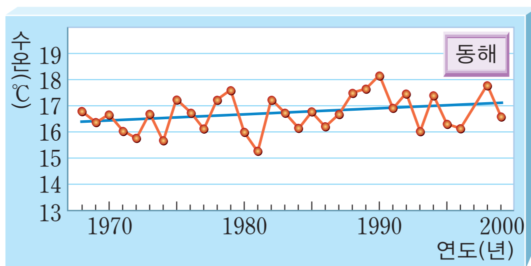
서해안 시화호의 조력 발전소는 바다 위에 세워진 발전소로는 세계에서 가장 큰 규모이고, 전력 생산량 역시 세계 최대이다.

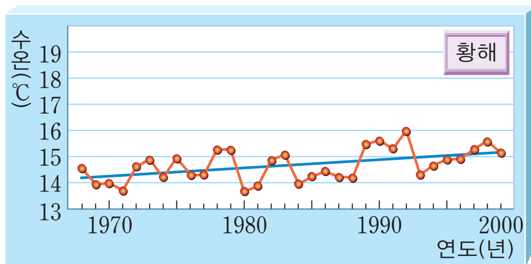
시화호가 있는 오이도 앞바다의 조수 간만의 차는 최대 9 m이다. 발전소에서는 서해안의 밀물 때 수위가 높은 바깥 바다에서 시화호 쪽으로 들어오는 바닷물을 5.8 m의 낙차로 떨어뜨리면서 생기는 힘으로 전기를 생산한다. 이때 바닷물이 12~13 m/초의 속도로 수차 구조물을 빠져 나가면서 생기는 힘으로 터빈을 1분에 64회 돌린다.

시화호의 연간 전기 생산량은 인구 50만 명의 도시에 전력을 공급할 수 있는 양이다.

조력 발전은 청정 에너지이기 때문에 시화호 조력 발전소는 연간 31만 5,000톤의 이산화 탄소 저감 효과가 기대된다.







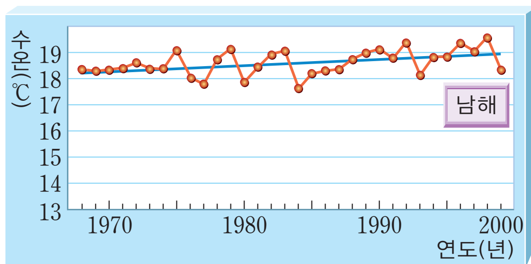


그림 Ⅶ-33 우리나라 주변 해수의 표층 수온 변화

(자료: 국립 기상 연구소)

인간 활동이 해양에 미치는 영향

그림 Ⅶ-33은 과거 약 30년 동안 동해, 황해, 남해에서의 해수의 표층 수온 변화를 나타낸 것으로서, 바닷물의 온도가 최근 들어 점차 상승하는 것을 알 수 있다. 바닷물의 온도가 계속 상승하는 이유는 무엇일까?

우리는 앞에서 빙하의 변화가 지구 대기의 온도 변화와 관련이 있다는 사실을 배웠다. 최근에는 북극 근처에 있는 빙하의 양이 빠른 속도로 줄어들고 있는데, 이는 화석 연료의 사용이 증가함에 따라 지구 대기의 온도가 빠르게 상승하여 빙하가 녹고 있기 때문이다.

이와 함께 대기의 온도가 상승함에 따라 바닷물의 부피도 팽창하고 있는데, 이에 따라 해수면이 상승하여 해안가의 낮은 지역이나 얕은 섬이 물에 잠기고 있다. 또한 바다의 생태계에 없어서는 안 될 산호와 같은 생물이 해수의 수온 변화에 적응하지 못하여 그 수가 점점 줄어들고 있다.



그림 Ⅶ-34 수온 변화에 적응하지 못해 폐사된 산호



그림 Ⅶ-35 바다에 잠겨 사라져 가는 몰디브





그림 Ⅶ-36 태안 기름 유출 당시의 모습과 복원 후의 모습



그림 Ⅶ-37 멸종 위기의 생물들

사람들의 활동이 바다에 미치는 영향은 수온의 상승 외에도 여러 가지가 있다. 석유 시추 시설이나 유조선 등에서 기름이 유출되면 바다에 사는 동식물은 큰 피해를 입게 된다. 이러한 피해는 오랫동안 생태계에 영향을 주기 때문에 더 큰 문제가 된다.

물고기를 잡는 기술이 발달함에 따라 지나치게 많은 물고기를 잡아서 그 수가 급격히 줄어들기도 한다. 과학자들은 바다에서 멸종되는 생물 종의 수가 빠르게 늘어나는 현상을 경고하고 있다.

또한 방사성 물질이 유출되어 바다가 오염되는 경우도 있다. 유출된 방사성 물질은 해류를 따라 바다 전체로 퍼져 나갈 수 있기 때문에 전 세계적인 문제가 될 수 있다.

한편, 해마다 방출되는 막대한 산업 폐수와 쓰레기도 큰 문제가 되고 있다. 이들은 바닷물을 오염시키고, 바다 생물들이 쓰레기를 먹고 죽는 경우도 있다.

그림 Ⅶ-38 바다에 모여 있는 쓰레기

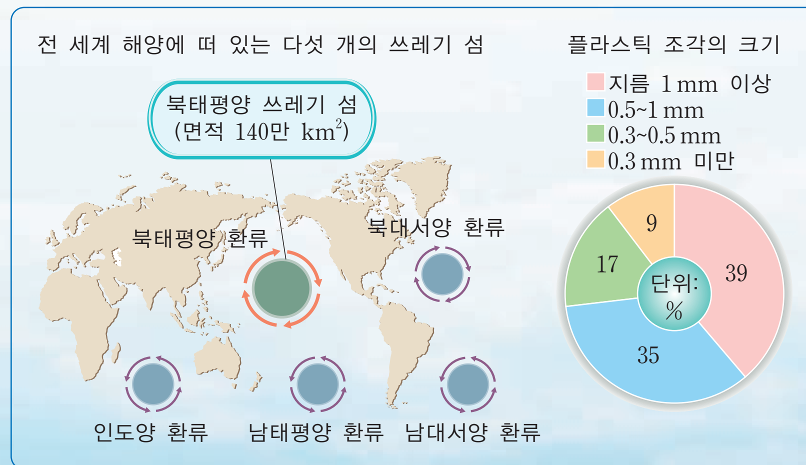


STEAM 융합

바다의 쓰레기 섬

우리는 살아가면서 많은 쓰레기를 만들어 낸다. 이 중에서 강물이나 하수도 등을 통하여 바다로 흘러들어간 육지의 쓰레기는 어디로 갈까?

1997년 엄청난 양의 쓰레기가 북태평양 한가운데에 쌓여 있는 것이 발견되었다. 이 해역에서는 플라스틱 용기, 병뚜껑, 고기잡이 그물 등 온갖 쓰레기들이 남한 면적의 14배나 되는 쓰레기 섬을 이루고 있다. 이들 쓰레기는 북태평양에서 시계 방향으로 도는 해류의 순환과 바람에 의해 순환의 중심부에 모여든 것이다.



이 쓰레기들은 해양 생태계에 커다란 문제를 일으키고 있다. 바닷새, 물고기 등이 플라스틱 조각을 먹이로 잘못 알고 삼키거나 그물에 걸려 목숨을 잃기도 하기 때문이다. 어느 연구에 의하면 이 쓰레기 섬 주변에서 잡힌 물고기의 약 35 %는 뱃속에 작은 플라스틱 조각이 들어 있었다고 한다.

그러나 해양 쓰레기를 처리하는 비용이 엄청나게 많이 들고, 공해 상에 있어서 여러 나라의 협조를 구하기가 어렵기 때문에 이를 해결하기는 쉽지 않다. 현재로서는 쓰레기를 바다에 버리지 않는 것 말고는 별다른 대책이 없는 상황이다.



바다 쓰레기에 걸린 바다 거북



죽은 바닷새의 뱃속에 든 바다 쓰레기

해양을 보존하기 위한 방법

바다는 인류의 생존에 없어서는 안 될 소중한 자원이지만, 이러한 바다가 사람들의 무분별한 행동으로 훼손되고 있으며, 그 결과 인류의 생존이 위협받고 있다. 인류에게 미치는 피해를 최소화하면서 지속 가능한 성장을 하기 위해서는 바다를 어떻게 이용해야 할까?

먼저 바다의 온도가 상승하는 것을 줄이기 위해서는 대기의 온도가 상승하는 것을 막아야 한다. 이를 위해 일상생활에서 석유나 석탄 등의 화석 연료의 사용을 줄여야 한다. 그리고 석유 시추 시설이나 유조선에서 기름이 유출되지 않도록 안전에 유의해야 하며, 기름이 유출되면 빨리 제거할 수 있는 기술을 개발해야 한다.

또한 물고기 잡는 시기를 통제하여 어린 물고기를 보호하고, 물고기 잡는 양을 제한하여 그 수를 적절히 유지해야 한다. 그 밖에 원자력 발전소와 같은 시설은 방사성 물질이 유출되지 않도록 안전시설 관리를 철저히 해야 한다. 쓰레기는 재생 비율을 높이고 나머지는 효과적으로 처리하여 바다에 버리는 일이 없도록 막아야 한다. 무엇보다도 필요한 일은 사람들이 일상생활에서 절약을 통하여 쓰레기를 적게 만드는 것이다.



그림 Ⅶ-39 해양을 보존하기 위한 노력

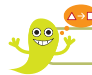


탐구 활동 우리 생활에서 해양 자원을 이용하는 예와 보존 방안

탐구

목·표

우리 생활 주변에서 해양 자원을 이용하는 예를 찾아보고, 이것을 보존할 수 있는 방안을 제시할 수 있다.

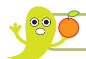


과정



다음 예시와 같이 일상생활에서 해양 자원을 이용하는 사례를 알아보고, 이를 기록한다. 그리고 이러한 해양 자원이 훼손되지 않도록 보존하는 방안을 찾아 써 본다.





결과 창의·인성

해양 자원의 이용 사례	해양 자원의 보존 방안
(예시) 오늘 아침 식탁에 반찬으로 미역국과 조기 구이가 나왔다. 미역과 조기는 모두 바다에서 구한 것이다.	• 바다가 오염되는 것을 막아 미역이 잘 자라도록 한다. • 조기의 수가 줄어들지 않도록 새끼가 번식하는 시기에는 조기를 잡지 않는다.

자기 주도 학습

개념 확인하기

바다에서 얻을 수 있는 에너지 자원에는 어떤 것들이 있는가?

과학과 기술, 사회 연관 짓기

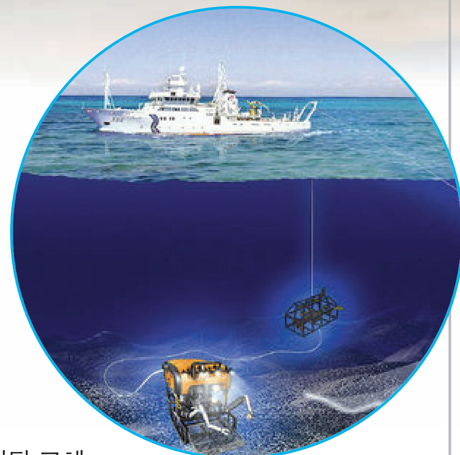
현재 우리나라에는 세계 최대 규모의 시화호 조력 발전소가 건설되어 있다. 조류 발전과 조력 발전은 어떤 차이가 있는지 조사해 보자.

STEAM 융합

저 멀리 동해 바다 외로운 섬
오늘도 거센 바람 불어오겠지
조그만 얼굴로 바람 맞으니
독도야 간밤에 잘 잤느냐

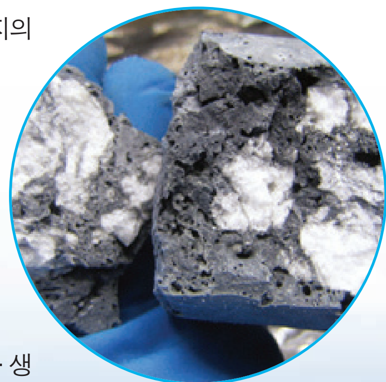
〈홀로 아리랑, 한돌 작사〉

독도의 가치



2011년 일본 정부에서 독도 영유권 주장을 기술한 사회 교과서 12종을 검정 심사에서 통과시키면서 한·일 간 '독도 분쟁'의 악순환이 또 다시 재현되었다. 일본은 독도 주위의 해역에 6억 t 가량이 매장된 것으로 추정되는 불타는 얼음, 즉 가스 수화물에 큰 관심이 있는 것으로 보인다.

가스 수화물은 바닷속의 퇴적층에서 메테인 등과 물이 높은 압력에서 결합되어 생성된 고체 에너지로서, 연소할 때 유해 가스의 배출이 거의 없고 이산화 탄소의 배출량이 화석 에너지의 절반에 불과하다. 추정 매장량은 기존 천연가스 매장량의 25배 이상으로, 전체 화석 에너지의 약 2배이다. 우리나라에는 울릉도, 독도 근처의 바다 해저에 약 6억 t이 매장되어 있는 것으로 확인되었는데, 이것은 우리나라의 30년간 천연가스 사용량에 해당하는 양이다.



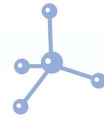
국내의 한 대학에서는 2009년 기준으로 독도와 그 일대의 경제적 가치가 연간 11조 5,800여 억 원에 달할 것이라고 발표하였다. 이 가치는 독도 주변에 분포되어 있는 광물·생물 자원·관광 가치 등 시장적 가치와 함께 역사적·군사 안보적 가치 등 비시장적 가치를 합한 수치라고 밝혔다.



경제적 가치를 넘어 우리 영토인 독도에 대해 학계의 깊이 있는 연구가 필요하다. 또한 독도는 우리가 지켜야 할 영토임을 잊지 말아야 한다.

대단원 마무리

Ⅶ. 수권의 구성과 순환

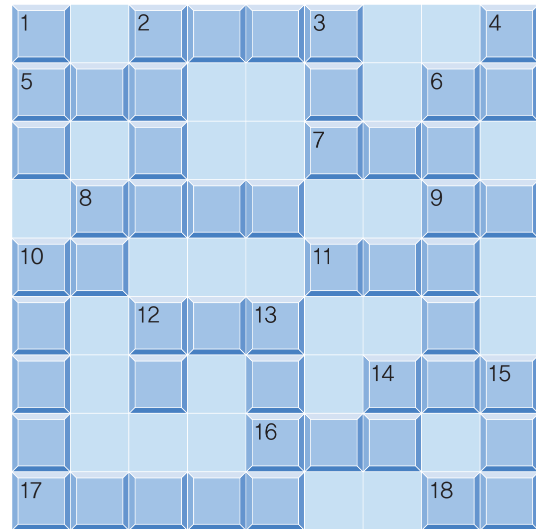




개념 정리하기



가로 열쇠

❷ 바닷물의 위쪽 표면 가까이에 있는 물
❺ 수온 약층 아래에 있는 층으로서, 계절에 따른 온도 변화가 거의 없다.
❻ 부분이나 요소가 어떤 전체를 짜 이룬 것. 또는 그렇게 이루어진 얼개
❼ 원자력 발전소에서 핵분열이 일어나는 장치
❽ 덧셈이나 곱셈에서 앞뒤 숫자를 바꾸어 계산해도 결과가 변하지 않는다는 법칙
❾ 빙하를 연구할 때 빙하에 구멍을 뚫는 작업
❿ 옷차림. 용의 ○○
⓫ 생명 과학을 간단히 부르는 말로서, ‘생명의’ 또는 ‘생물의’라는 뜻으로 쓰이는 말
⓬ 지구의 기온이 낮아 빙하로 덮여 있던 시기
⓮ 기권을 4개의 구간으로 나눌 때 맨 아래에 있는 구간으로, 기상 현상이 나타나는 곳
⓰ 사춘기에 성대의 변화가 일어나 목소리가 변하는 시기
⓱ 온실기체의 증가로 지구의 기온이 높아지는 현상
⓲ 물의 겉을 이루는 면. 물 위





세로 열쇠

❶ 수심을 측정하는 기구
❷ 표층 해류가 바다 위에서 계속 움직여 일정한 시간이 지난 후 다시 제자리로 돌아오는 현상
❸ 자원으로서의 물을 일컫는 말
❹ 기구 없이, 또는 링, 바, 그밖의 다른 기구를 사용해서 하는 체계적인 신체 운동
❻ 북태평양의 서쪽 연안을 따라 저위도에서 고위도 쪽으로 흐르는 난류
❽ 학교에서 최고 위치에 있는 선생님
❿ 태양으로부터 오는 빛과 같이 중간에 물질의 도움 없이 전달되는 에너지
⓬ 빙하에서 분리된 얼음이 바다에 떠 있는 것
⓭ 오랜 시간에 걸쳐서 진행되는 기상의 변화
⓮ 지구를 둘러싸고 있는 공기
⓯ 기권을 네 개의 구간으로 나눌 때 권과 권 사이의 경계면

개념 적용하기



1 〈보기〉는 지구에서 수권을 이루는 물을 나타낸 것이다. 가장 많은 양을 차지하는 것부터 차례대로 기호를 쓰시오.

보기

ㄱ. 강과 호수　　ㄴ. 바닷물
ㄷ. 지하수　　ㄹ. 빙하
ㅁ. 대기 중의 수증기

2 〈보기〉는 수자원의 여러 가지 용도를 나타낸 것이다. 수자원의 이름과 용도가 바르게 연결된 것은?

보기

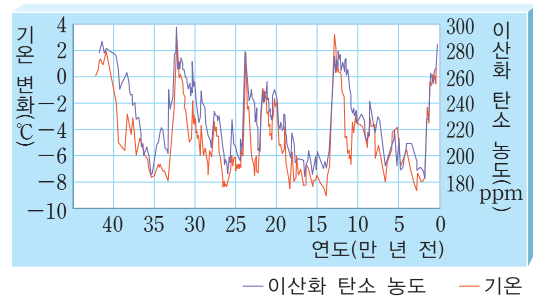
ㄱ. 마시거나 일상생활에 이용된다.
ㄴ. 하천이나 강의 기능 유지에 쓰인다.
ㄷ. 공장에서 제품을 만들 때 이용된다.
ㄹ. 논이나 밭에서 작물을 키울 때 이용된다.

① ㄱ – 생활용수　② ㄴ – 공업용수
③ ㄷ – 농업용수　④ ㄷ – 유지용수
⑤ ㄹ – 유지용수

3 현재 지구 상에서 빙하가 가장 많이 분포하고 있는 곳은?

① 남극　② 북극해
③ 히말라야　④ 알래스카
⑤ 그린란드

4 그림은 빙하에 대한 연구를 통해 알아낸 과거 대기 중 이산화 탄소의 농도 변화와 지구의 기온 변화 그래프이다.



이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 빙하를 시추하여 얻은 자료이다.
② 현재 지구의 기온은 높아지고 있다.
③ 이산화 탄소의 농도가 높았을 때 기온이 높았다.
④ 기온이 높아질 때보다 낮아질 때 속도가 더 빠르다.
⑤ 기온이 가장 높았을 때와 가장 낮았을 때의 차이는 10℃ 이상이다.

5 염분이 35 ‰인 해수에 들어 있는 염류와 물의 비율로 옳은 것은?

① 7 : 200　② 7 : 20
③ 7 : 193　④ 7 : 19.3
⑤ 7 : 207

6 해수의 연직 수온 분포에서 수온이 급격히 낮아지는 층으로서, 매우 안정하여 대류가 일어나기 어려운 구간을 무엇이라고 하는지 쓰시오.

개념 적용하기



7 표층 해류와 심층 해류를 일으키는 주요 원인을 옳게 짝지은 것은?

	표층 해류	심층 해류
①	바람	바람
②	바람	해수의 밀도 차
③	해수의 밀도 차	바람
④	해수의 염분 차	해수의 온도 차
⑤	해수의 온도 차	해수의 염분 차

8 그림은 우리나라 주변의 해류를 나타낸 것이다.



A~D에 해당하는 해류의 이름을 각각 쓰시오.

(1) A: (　　　)　(2) B: (　　　)

(3) C: (　　　)　(4) D: (　　　)

9 다음 글에서 틀린 부분을 찾아 바르게 고쳐 쓰시오.

(1) 난류와 한류가 만나는 곳을 조경 수역이라고 하며, 우리나라의 황해 중앙부에 있다.

(2) 수온이 낮은 물은 수온이 높은 물보다 밀도가 작아서 수온이 높은 물의 밑으로 들어간다.

(3) 고위도의 해수는 저위도로 이동하여 열을 공급하여 줌으로써 지구의 기온을 일정하게 유지시키는 역할을 한다.

10 해양에서 얻을 수 있는 자원을 〈보기〉에서 있는 대로 고르시오.

> 보기
>
> ㄱ. 생물 자원　　ㄴ. 소금
>
> ㄷ. 광물 자원　　ㄹ. 전기 에너지
>
> ㅁ. 지하수

11 그림은 인도양에 위치한 섬나라 몰디브를 나타낸 것이다.



최근 이 나라의 섬들이 물에 점점 잠기고 있어 큰 문제가 되고 있다. 이러한 현상의 원인은 무엇인지 쓰시오.

12 다음 글 중 옳은 것에는 ○, 옳지 않은 것에는 × 로 표시하시오.

(1) 화석 연료를 사용하면 바닷물의 온도가 상승한다. (　　)

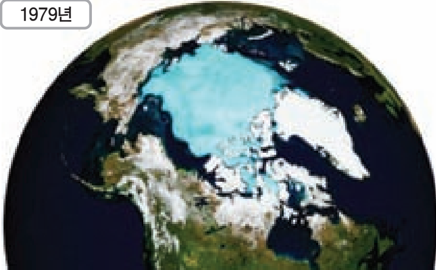
(2) 대기의 온도가 올라가면 해수면이 하강한다. (　　)

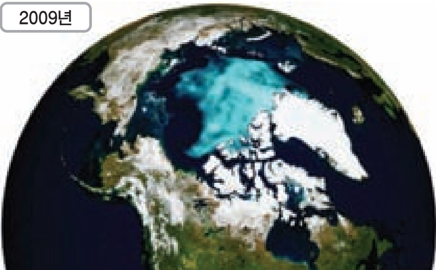
(3) 염전에서 바닷물을 증발시키면 소금을 얻을 수 있다. (　　)

개념 응용하기

탐구력 기르기

1 그림은 북극해 빙하 면적의 변화를 나타낸 것이다.

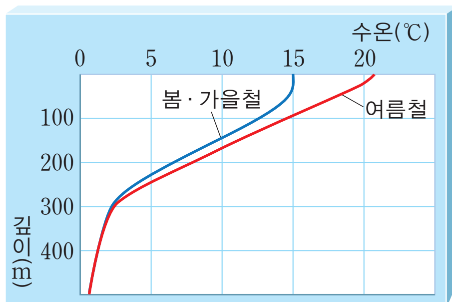




북극해의 빙하 면적이 위 그림과 같이 줄어든 이유를 서술하시오.

탐구력 기르기

2 그림은 우리나라에서 여름철과 봄·가을철의 해수의 연직 수온 분포를 나타낸 것이다.



우리나라에서 해수의 연직 혼합이 일어나기가 더 어려운 계절은 언제인지 쓰고, 그 이유를 서술하시오.

과학 글쓰기

3 그림은 여름철 북극 지방의 빙하 분포를 나타낸 것이다.



지구의 기온이 상승하면 빙하 분포가 어떻게 변할지 예상하고, 그 결과 지구에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 자신의 생각을 글로 쓰시오.

창의·인성 키우기

4 그림은 우리나라 남해에서 물고기를 잡는 모습을 나타낸 것이다. 최근에는 물고기를 지나치게 많이 잡은 결과 어획량이 줄어들어 어민들이 피해를 보고 있다고 한다.



어획량이 줄어드는 문제를 해결할 수 있는 방법에 대하여 자신의 생각을 글로 쓰시오.








부록

- 정답과 해설
- 용어 정리와 찾아보기
- 참고 문헌과 사진 출처





정답과 해설



I 과학이란?

자기 주도 학습 ······ 17쪽

개념 확인하기

과학의 발전을 이루어 온 과학자들은 자연 현상에 대해 강한 호기심을 보이며, 보통 사람들이 대수롭지 않게 생각하는 현상도 날카로운 관찰력으로 끈질기게 탐구하여 자연의 이치와 규칙성을 알아내기 때문에 가능하다.

과학과 직업 연관 짓기

미래의 과학 기술과 관련된 직업으로는 날씨 조절 관리자, 기억 수술 전문 외과의, 무인 자동차 엔지니어 등이 있을 수 있다.

자기 주도 학습 ······ 24쪽

개념 확인하기

언제 어디서나 개인이 원하는 정보를 쉽게 얻을 수 있게 되었다. 인터넷은 정보 통신 기술의 바탕이 되어 사회 복지, 보건 산업, 의료, 사회 보험, 환경 관리 등 실생활의 여러 분야에서 다양하게 활용되어 삶의 질적 향상에 크게 기여하고 있다.

과학과 직업 연관 짓기

정보 통신 기술과 생명 기술을 융합한 BT(Bio Technology)로부터 다양한 생체 기술이 개발되고 이것은 우리 건강 유지에 활용되고 있다. 또한 사람들이 병원에 가지 않더라도 의사의 도움을 받을 수 있게 되었다.

대단원 마무리 ······ 26쪽

| 개념 정리하기 |

[가로 열쇠 정답] ❶ 과학 ❸ 자기 공명 영상 ❻ 과학 기술 ❼ 천문학 ❾ 관찰력 ❿ 지동설 ⓫ 종의 기원 ⓭ 자연 현상
[세로 열쇠 정답] ❶ 과학자 ❷ 공상 과학 ❹ 기억 ❺ 증기 기관 ❼ 천동설 ❽ 중력 ❿ 지사의 원리 ⓬ 원자 ⓮ 연소

| 개념 적용하기 |

1 답 ⑤_ 과학은 자연 현상을 탐구하여 객관적이고 보편적인 원리나 법칙을 찾아내고, 이를 해석하여 일반화를 이끌어 내는 것이다.

2 답 ②_ 과학이 점점 발달하면서 현대의 과학적 연구 개발에 여러 분야의 지식이 필요하게 되었고, 규모가 매우 크고 비용이 많이 들어 여러 과학자들뿐만 아니라 대학, 기업, 정부 등에서 협동 연구를 하는 경우가 많다. 따라서 과학자는 개방적인 마음으로 다른 과학자들과 연구를 공유하고 협력해야 한다.

3 답 ②

| 개념 응용하기 |

1) **에디슨**_ 백열전구와 축음기, 영사기와 영화 촬영기, 그리고 오늘날에 쓰이는 알칼리성 축전지를 비롯해 1천 건 이상의 발명 특허를 얻었다. 이러한 발명은 인류 문명의 발전과 생활 향상에 큰 기여를 했다.
뉴턴_ 뉴턴의 운동 법칙은 과학자, 작가, 예술가, 철학자를 비롯하여 많은 사람들에게 희망과 영감을 주었고, 인류 사회를 이성의 시대로 인도하였다. 그의 아이디어와 통찰력은 세상을 변혁시켰으며, 인간의 지위를 크게 증진시켰다.
코페르니쿠스_ 지구와 태양의 위치를 바꿈으로써 지구가 더 이상 우주의 중심이 아님을 설명했는데, 이것은 당시 누구도 의심하지 않던 프톨레마이오스의 우주 체계에 도전한 것이었다. 그리고 이 도전은 지구가 우주의 중심이고 인간은 그 위에 사는 존엄한 존재이며 달 위의 천상계는 영원한 신의 영역이라고 생각했던 중세의 우주관을 붕괴시키는 결과를 가져왔다.

2) 교통 산업, 환경 산업, 우주 개발 산업, 컴퓨터 산업, 생명 공학 산업, 이동 통신 산업 등

3) 나침반이 없었다면 망망대해에서 방향을 알기 힘들고, 콜럼버스가 바닷길을 열고 아메리카 대륙을 발견하지 못했을 것이다.

4) 조명 시설의 발달은 밤늦게까지 인간의 활동을 연장시켰고, 의술의 발달은 질병으로부터 받는 고통을 크게 감소시켰다. 또 영상·음향 기기, 방송, 통신 등의 발달은 많은 사람들에게 풍요로운 삶을 가능하게 하였다.

Ⅱ 지구계와 지권의 변화

잠깐 체크 ······ 36쪽

지진과 화산 활동 등의 지각 변동, 암석의 생성과 순환, 풍화·침식 작용과 지형의 변화 등

잠깐 체크 ······ 38쪽

지구에 에너지 창고 역할을 하는 바다가 없다면, 물의 순환이 일어나지 않아 저위도에서 고위도로 대기권의 에너지 수송이 일어나지 않는다. 이러한 현상 때문에 극지방의 기온은 현재보다 더 낮아지고, 적도 지방의 기온은 더 높아질 것이다. 또한 대기 중에 수증기가 없어 온실 효과가 나타나지 않아 태양 복사 에너지를 많이 받는 낮과 여름철에는 현재보다 기온이 더욱 높아질 것이고, 태양 복사 에너지를 적게 받는 밤과 겨울철에는 현재보다 기온이 더 낮아질 것이다.

잠깐 체크 ······ 38쪽

산소, 이산화 탄소_ 생물은 산소를 들이마시고 이산화 탄소를 내뱉는 호흡을 통해 생물체 내의 영양소를 산화, 분해시켜 에너지를 얻는다. 또한 식물은 기공을 통해 이산화 탄소를 흡수하여 광합성을 한다.

잠깐 체크 ······ 39쪽

생물권은 지구계를 구성하는 지권, 수권, 기권 등 모든 영역에 걸쳐 분포한다.

자기 주도 학습 ······ 39쪽

개념 확인하기

생물은 기권으로부터 호흡을 통해 산소를 얻고, 광합성을 위해 이산화 탄소를 얻는다.

생활 속 문제 해결하기

자전거 타기를 생활화하여 자동차 사용을 줄이면 화석 연료의 사용이 줄어 기권으로 방출되는 이산화 탄소가 감소하므로 지구 온난화와 기온 상승을 줄일 수 있다. 지구 온난화와 기온 상승이 줄어들면 수권의 온도 상승과 해수면의 상승도 줄일 수 있다. 또한 각종 오염 물질의 배출이 감소하고, 기온과 강수량 변화로 지권의 변화에도 영향을 준다.

자기 주도 학습 ······ 46쪽

개념 확인하기

수권에서 물은 태양 복사 에너지에 의해 증발하여 수증기 형태로 기권으로 이동하고, 기권에서는 수증기의 응결로 만들어진 구름에서 강수 현상이 나타난다. 또 지권에 내린 빗물은 낮은 곳으로 흐르면서 풍화와 침식 작용으로 지형을 변화시키며, 생물권(육지 생물)의 생명 활동에 매우 중요한 역할을 한다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

지권의 석탄과 석유 등 화석 연료를 많이 사용함으로써 대기 중에 이산화 탄소 등의 온실기체가 증가하여 지구 온난화가 증대되고 각종 오염이 심화되고 있다. 이러한 문제를 줄일 수 있는 친환경 에너지원으로는 지권의 지열 에너지, 기권의 풍력 에너지, 수권의 조력이나 파력 에너지를 들 수 있다. 또 지구계의 주된 에너지원인 태양 에너지를 이용하는 태양열이나 태양광도 친환경 에너지에 해당한다.

잠깐 체크 ······ 59쪽

1 마그마의 냉각 속도에 따라 달라진다. 지하 깊은 곳에서 서서히 냉각되면 광물의 결정이 크게 나타나고, 지표 근처에서 급속하게 냉각되면 광물의 결정이 작게 나타난다.
2 유문암

자기 주도 학습 ······ 65쪽

개념 확인하기

• 화성암: 지하 깊은 곳에서 만들어진 액체 상태의 마그마가 지표로 흘러나오거나 지하 깊은 곳에서 식어서 굳어져 만들어진다.

- 퇴적암: 물이나 바람, 빙하 등에 의해 낮은 곳으로 이동해 온 알갱이나 석회 물질 등이 쌓여서 눌리고 서로 붙어서 만들어진다.
- 변성암: 지하 깊은 곳의 암석이 높은 열과 압력을 받아 광물 성분이나 조직이 변하여 만들어진다.

생활 속 문제 해결하기(예시)

- 금강석: 다이아몬드
- 강옥: 루비와 사파이어
- 황옥: 토파즈
- 녹주석: 에메랄드와 아쿠아마린

과학과 기술, 사회 연관 짓기

암석이 풍화되면 가장 단단한 광물인 석영이 주로 남아서 모래가 만들어진다. 석영의 주성분인 이산화 규소를 전기로에서 코크스와 반응시켜 산소를 떼어 내면 규소를 얻을 수 있는데, 이 규소에 특정 원소를 첨가하여 한쪽 방향으로 전류를 잘 흐르게 하는 다이오드를 만들면 반도체 소자의 기본이 된다.

잠깐 체크 ······ 69쪽

액체 상태이기 때문이다._ S파는 진행 방향과 진동 방향이 수직이며, 물질의 비틀림 상태에 의해 전달되는 파동이다. 액체나 기체에서는 변형이 생긴 후에 알갱이가 제자리로 돌아오지 않기 때문에 진동이 전달되지 않는다.

자기 주도 학습 ······ 71쪽

개념 확인하기

시추법, 화산 분출물 연구, 운석 연구 등이 있다. 시추법은 내부 물질을 가장 정확하게 알 수 있지만 깊이의 한계가 있고, 화산 분출물 연구는 상부 맨틀 물질까지 연구할 수 있다. 운석 연구는 태양계 생성 초기의 물질을 짐작할 수 있다.

문제 응용하기

지진파의 속도 분포 그래프를 보면 맨틀과 외핵의 경계인 지하 2,900 km부터는 S파가 더 이상 진행하지 못하므로 이 부분은 액체 상태로 이루어져 있다는 것을 알 수 있다. 외핵과 내핵의 경계인 깊이 5,100 km 부근에 이르면 P파의 속도가 갑자기 빨라지는데, 이곳에서부터 지구의 중심까지는 고체 상태로 추정된다.

자기 주도 학습 ······ 84쪽

개념 확인하기

일본은 판의 경계와 가깝기 때문이다.

우리나라는 판의 경계에서 조금 벗어나 있어 지진과 화산 활동이 일본보다 활발하지 않다. 일본에서는 판의 경계와 가까워서 천발 지진이 주로 발생하고, 우리나라 쪽으로 올수록 진원의 깊이가 깊어진다.

과학과 환경 연관 짓기

화산재는 황사보다 가벼워 지상에 잘 떨어지지 않기 때문에 햇빛을 가리거나 항공기 운항에 직접적인 피해를 주는 경우도 있다. 화산 활동이 장기화될 경우 화산재가 지구 상공을 반복해 돌면서 이상 기후를 초래할 수 있다.

대단원 마무리 ······ 86쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 수권, ㉡ 지권, ㉢ 결정형, ㉣ 맨틀, ㉤ 판 구조론

| 개념 적용하기 |

1 답 ⑤_ ㄱ. 계는 여러 구성 요소로 이루어져 있고, 구성 요소들이 서로 관련되어 상호 작용을 하며, 전체적으로 조화가 이루어진 조직이나 체계를 말한다.
ㄴ. 우리 몸은 소화계, 순환계, 호흡계, 신경계, 배설계 등 여러 계로 이루어져 있다.
ㄷ, ㄹ. 지구계는 기권, 지권, 수권, 생물권 등이 하나의 유기체와 같이 서로 관련되어 상호 작용을 하면서 전체적으로 조화를 이루고 있다.

2 답 ㉠ 지구계, ㉡ 생물권, ㉢ 외권

3 답 ①_ A는 기권, B는 지권, C는 수권, D는 생물권이다.
① A는 기권으로서, 생명체의 호흡에 필요한 산소와 광합성에 필요한 이산화 탄소를 포함하고 있다.
② B는 지권으로서, 일부(외핵)를 제외하고 대부분 고체 상태이며, 변화가 느리게 일어난다.
③ C는 수권으로서, 대부분 바다에 분포하며, 육지에는 빙하나 호수의 물, 지하수 등으로 분포한다. 또 대기 중에 분포하는 물도 소량 있다.

④ B(지권)는 해저 화산 활동이나 풍화 작용 등으로 A(기권)나 C(수권)와 상호 작용을 하고, 양분 공급이나 유기물 퇴적 등을 통해 D(생물권)와 상호 작용을 한다.
⑤ D(생물권)를 이루는 생명체는 주로 수권의 얕은 층과 지권의 지표 부근에 분포하며, 일부가 A(기권)에 분포한다.

4 답 ①_ ㄱ. 생물권을 이루는 생명체는 주로 수권과 지권의 지표 부근에 분포하며, 일부가 기권에 분포한다.
ㄴ. 생명체는 주로 지권의 지표 부근과 수권의 얕은 곳에 분포한다.
ㄷ. 지구 탄생 이후에 지구 환경의 변화는 진화의 원인이 되며, 끊임없이 생물계를 변화시켰다.
ㄹ. 지구 탄생 후 생물권은 단순한 단세포 생물에서 계속된 진화로 매우 복잡하고 다양한 생명체로 변화해 왔다.

5 답 ③_ ㄱ. A는 지권이 기권에 미치는 영향이며, 화산 폭발로 화산재나 화산 가스가 대기 중에 공급되어 기후 변화가 일어나는 것은 지권이 기권에 미치는 영향에 해당한다.
ㄴ. B는 수권이 기권에 미치는 영향이며, 강수로 바닷물의 염분이 감소하는 것은 기권이 수권에 미치는 영향이다.
ㄷ. C는 수권이 지권에 미치는 영향이며, 바닷물에서 물질이 침전되어 석회암이나 암염 등 퇴적암이 만들어지는 것은 수권이 기권에 미치는 영향에 해당한다.

6 답 **(가) 조석 에너지, (나) 태양 복사 에너지, (다) 지구 내부 에너지**_ (가) 밀물과 썰물은 달과 태양의 인력에 의한 조석 에너지에 의해 일어난다.
(나) 물의 순환은 주로 태양 복사 에너지에 의한 증발로부터 시작되어 일어난다.
(다) 화산과 지진은 지권에서 일어나는 현상으로, 지구 내부의 에너지에 의해 일어난다.

7 답 **(가) 결정형, (나) 조흔색**_ (가)의 사진은 석영과 암염을 나타낸 것이다. 광물이 주변 환경의 방해를 받지 않을 때 여러 개의 면으로 둘러싸인 규칙적인 겉모양이 잘 나타난다. 이것을 결정형이라고 하는데, 석영은 육각기둥, 암염은 정육면체 모양으로 나타난다.
조흔판은 초벌구이 자기판으로, 광물을 그으면 광물 가루의 색이 나타나므로 광물을 구별할 수 있다. 예를 들어, 금, 황철석, 황동석은 겉보기에는 모두 노란색으로 보이지만, 조흔판에 그어 보면 각각 황금색(노란색), 검은색, 녹흑색을 나타낸다.

8 답 ③_ 화강암과 현무암을 나타낸 사진이다. 액체 상태의 마그마가 지하 깊은 곳에서 식어서 만들어지면 화강암과 같이 광물 결정이 크게 나타나고, 마그마가 지표면 근처에서 급속하게 식으면 현무암과 같이 광물 결정이 작게 나타난다.

9 답 ①_ 퇴적암은 크기나 색깔이 다른 퇴적물의 층이 구별되는 줄무늬인 층리가 나타나기도 하고, 퇴적물이 쌓일 때 생물의 유해나 흔적이 같이 쌓이면 화석이 만들어지기도 한다. 대표적인 퇴적암에는 역암, 사암, 셰일, 석회암 등이 있다.

10 답 **A: 지각, B: 맨틀, C: 외핵, D: 내핵**

11 답 **ㄴ, ㄷ, ㅁ**_ 베게너는 퍼즐을 맞추는 것처럼 대륙끼리 마주 보는 해안선의 굴곡이 잘 맞는다는 것에 착안하여 과거에 하나였던 대륙이 분리되어 이동하였다고 주장하였다. 또 빙하의 흔적이나 멀리 있는 대륙에서 같은 종의 고생물 화석이 발견되는 사실을 대륙 이동의 증거로 제시하였다.

12 답 ①_ 맞닿아 있는 2개의 판이 맨틀 대류에 의해 양쪽으로 이동하는 경우 빈 공간을 채우기 위해 마그마가 상승한다. 상승하는 부분은 주변보다 높아서 바닷속에 산맥 모양이 생긴다. 해구, 습곡 산맥, 호상 열도는 수렴형 경계에서 생성되고, 변환 단층은 보존형 경계에서 생성된다.

| 개념 응용하기 |

1) (1) 지권, 수권 (2) 수권, 기권 (3) 생물권, 기권
해설 (1) 해저 지진은 지권에서 발생하며, 이에 의한 해일은 수권에서 일어나는 현상이다.
(2) 수권에서 일어나는 해류의 변화에 따라 기권에서는 기온과 강수량 등의 변화로 기후 변화가 나타난다.
(3) 육지 식물의 호흡과 광합성을 통해 기권의 산소와 이산화 탄소를 주고받는다.

2) 지구계에서는 오랜 기간 동안 생물권의 호흡과 광합성, 수권의 용해와 방출을 통해 기권의 이산화 탄소의 양이 균형을 이루어 왔다. 그러나 최근에는 인간 활동의 결과 화석 연료의 사용 증가와 산림 면적의 감소로 기권의 이산화 탄소량이 크게 증가하고 있다. 이 때문에 온실 효과가 늘어나 지구의 평균 기온이 꾸준히 상승하고 있다.

3) 생태계에 영향을 미치는 환경 요인에는 햇빛, 온도, 물, 이산화 탄소, 토양 등 비생물적 요인과 생산자, 여러 단계의 소비자, 그리고 분해자로 이루어진 생물적 요인이 있다. 생태계에서는 구성 요소 사이에 상호 작용이 일어나 끊임없이 물질과 에너지가 이동하며 생태계가 유지되고 있다. 그러나 어느 하나라도 이상이 생기면 물질과 에너지의 이동이 멈추게 되어 생태계가 유지되기 어렵다. 인류는 생태계의 최종 소비자에 해당하므로 생태계의 변화는 인류에게도 영향을 미치며, 생태계의 커다란 변화는 인류의 미래를 결정할 수도 있다.

4) ㄱ

해설 ㄱ은 편마암, ㄴ은 편암이다. 편암이 높은 온도와 압력에 의해 변성 작용을 계속 받으면 밝은색과 어두운색의 굵은 줄무늬가 교대로 나타나는 편마암이 된다.

5) S파가 통과하지 못하는 것으로 보아 (다)층은 액체 상태이다. S파는 고체 상태인 지각과 맨틀을 차례로 통과할 수 있지만, 액체 상태인 외핵에 도착하면 더 이상 전달되지 않는다.

6) 판이 보존된다.

해설 판과 판이 옆으로만 서로 스쳐 지나가기 때문에 소멸되거나 생성되지 않고 보존된다.

III 힘과 운동

잠깐 체크 ······ 95쪽

물체의 빠르기가 변하는 예

- 달리기를 한다.
- 물체를 집기 위해 손을 움직인다.
- 자동차가 출발하거나 멈춘다.
- 책이 책상에서 바닥으로 떨어진다.

잠깐 체크 ······ 97쪽

상호 작용_ 힘은 항상 상호 작용하여 나타나며, 서로 접촉하여 상호 작용하는 힘과 접촉하지 않고 상호 작용하는 힘으로 나뉜다.

자기 주도 학습 ······ 98쪽

개념 확인하기

물체에 힘을 가하면 물체의 모양이나 속력이 변한다. 또는 모양이 변하면서 속력이 변하기도 한다.

생활 속 문제 해결하기

로켓에서 뿜어져 나가는 연료가 로켓을 미는 힘, 로켓과 지구가 서로 잡아당기는 힘, 대기가 로켓이 나아가는 것을 방해하는 힘 등이 있다.

과학과 기술 연관 짓기

- 용수철: 용수철이 늘어나거나 줄어든 길이를 이용하여 힘을 측정할 수 있다.
- 압력 센서: 힘을 가하면 압력의 크기를 알 수 있는 압력 센서를 이용하여 힘을 측정할 수 있다. 이것은 힘을 받는 압력의 크기에 따라 전류의 세기가 달라지는 성질을 이용한다.
- 속력 측정 장치: 물체의 속력을 얼마나 변화시킬 수 있는지를 보고 힘의 크기를 측정할 수 있다.

잠깐 체크 ······ 103쪽

중력

잠깐 체크 ······ 104쪽

전기력_ 머리카락을 빗을 때 빗은 (−)전하를 띠고, 머리카락은 (+)전하를 띠므로 전기력이 작용한다.

잠깐 체크 ······ 105쪽

자기력_ 나침반의 자침이 항상 남과 북의 근처를 가리키는 이유는 지구의 북극이 S극, 남극이 N극인 하나의 큰 자석과도 같기 때문이다. 따라서 나침반의 N극은 항상 지구의 S극인 북쪽을 가리키게 된다.

잠깐 체크 ······ 107쪽

탄성력

잠깐 체크 ······ 109쪽

마찰력을 크게 하여 운동에 이용하는 예로는 다음과 같은 경우가 있다.

- 줄다리기를 할 때 손과 줄 사이의 마찰력을 크게 하기 위해 장갑을 낀다.
- 축구 경기에서 마찰력을 크게 하기 위해 축구화를 신는다.
- 자동차의 브레이크는 마찰력이 큰 재료를 사용한다.
- 야구에서 투수가 송진 가루를 손에 묻혀서 공을 잡고 던진다.

자기 주도 학습 ·· 109쪽

개념 확인하기

❶ 전기력

❷ 중력, 지구에 의한 자기력, 책상이 나침반을 받치는 힘

생활 속 문제 해결하기

❶ 마찰력을 크게 한다. 마찰력을 크게 하는 방법으로 타이어에 체인을 감는 방법, 타이어의 표면 거칠기를 더 크게 하는 방법 등이 있다.

❷ 마찰력을 줄이면 좋은 예

- 움직이는 기계의 이음매
- 미끄럼틀을 타고 내려올 때
- 창문을 열고 닫을 때 창문과 창틀 사이
- 마찰력을 줄일 수 있는 더 좋은 방법으로는 윤활유의 성능 개선, 마찰면을 더 매끄럽게 하는 방법 등 여러 가지가 있다.

실생활과 연관 짓기

- 축구화: 잔디밭에서 달리거나 멈추기 쉽게 하기 위해 바닥을 울퉁불퉁하게 만든다.
- 배드민턴화: 마룻바닥에서 멈추기 쉽게 하기 위해 마찰력이 큰 고무를 사용한다.


축구화


배드민턴화

잠깐 체크 ·· 113쪽

- 합력의 크기: 200 N
- 합력의 방향: 오른쪽

자기 주도 학습 ·· 116쪽

개념 확인하기

각각의 힘을 더해서 구한다.

생활 속 문제 해결하기

두 힘이 한 물체에 작용하는 예

- 책상 위에 놓인 물체

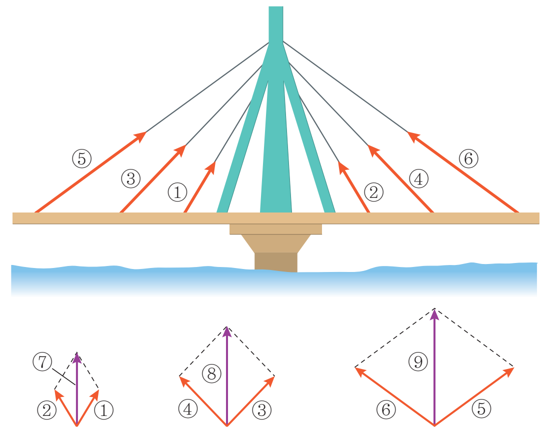
물체에는 지구의 중력과 책상이 물체를 받치는 힘이 작용하고 있다. 이 두 힘의 방향은 서로 반대이며 합력은 0이다.

- 수평면에서 점점 빠르게 달리는 자동차

자동차에는 엔진의 추진력과 지면과 공기에 의한 마찰력이 작용하고 있다. 이 두 힘의 방향은 서로 반대이며, 합력의 방향은 자동차가 달리는 방향이다.

과학과 기술 연관 짓기

그림과 같이 다리에 6개의 줄이 연결되어 있을 때 다리에 걸리는 합력을 평행사변형을 그려서 구할 수 있다.



①번 줄과 ②번 줄에 의한 합력인 ⑦, ③번 줄과 ④번 줄에 의한 합력인 ⑧, ⑤번 줄과 ⑥번 줄에 의한 합력인 ⑨를 각각 평행사변형을 그려서 구하고, 각각의 힘을 더한다.

잠깐 체크 ·· 121쪽

1 m/s는 1초에 1 m 이동하는 물체의 속력을 나타낸다. 이것은 1시간, 즉 3,600초 동안에 3,600 m를 이동한 것과 같다. 1 m$=\frac{1}{1,000}$ km이므로 1 m/s=3.6 km/h이다.

잠깐 체크 ·· 123쪽

무빙워크, 케이블카 등이 있다.

잠깐 체크 ·· 126쪽

시간이 지날수록 기울기가 급해지는 아래로 볼록한 곡선 모양이 된다.

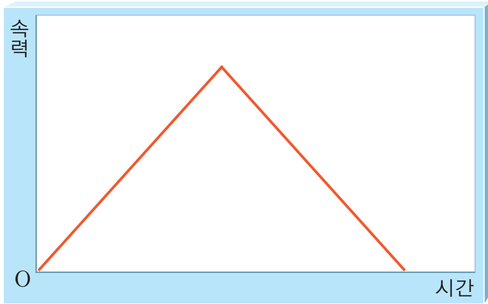
자기 주도 학습 ······ 127쪽

개념 확인하기

속력

문제 해결하기

정지해 있던 물체의 속력이 일정하게 빨라지다가 잠시 후 일정하게 감소하여 정지한 운동 상태를 속력 – 시간 그래프를 그려 보면 다음과 같다.



과학과 기술 연관 짓기

편리한 점은 속력의 변화를 눈으로 쉽게 확인할 수 있고, 언제 과속을 하였는지 등을 알 수 있다.

불편한 점은 현재의 속력이 아닌 지나간 속력을 함께 나타내기 때문에 계기판에 너무 많은 정보를 나타내 운전에 방해를 줄 수 있다.

잠깐 체크 ······ 131쪽

교실에 서 있는 학생에게는 아래로 당기는 중력과 교실의 바닥면이 위로 떠받치는 두 힘이 서로 반대 방향으로 작용하므로 알짜힘은 0이다.

잠깐 체크 ······ 132쪽

물체에 작용하는 알짜힘이 0이면 운동하던 물체는 계속 일정한 속력으로 운동하고, 멈춰 있는 물체는 계속 멈춰 있게 된다.

잠깐 체크 ······ 133쪽

물체의 운동 방향으로 힘을 작용하면 운동하는 물체의 속력은 증가하게 된다.

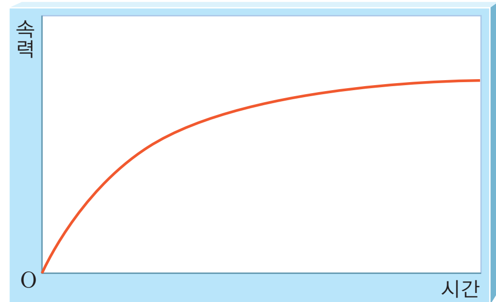
자기 주도 학습 ······ 137쪽

개념 확인하기

일정한 속력으로 떨어지는 빗방울에 작용하는 알짜힘의 크기는 0이다. 그러므로 알짜힘의 방향도 없다.

문제 해결하기

화살에 작용하는 알짜힘은 점점 작아지지만 화살에는 운동 방향으로 계속 힘이 작용하므로 속력은 증가한다. 그러나 알짜힘의 크기는 작아지고 있으므로 단위 시간당 속력의 증가량은 점점 작아진다. 이것을 속력–시간 그래프로 나타내면 다음과 같다.



과학과 기술 연관 짓기

우주선의 속력을 줄이기 위해서는 운동 방향과 반대 방향으로 힘을 작용하여야 한다. 예를 들어 운동 방향과 반대 방향으로 연료를 분사하여 역추진력을 우주선에 가하면 속력을 줄일 수 있다.

대단원 마무리 ······ 138쪽

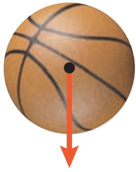
| 개념 정리하기 |

㉠ 중력 ㉡ 전기력 ㉢ 자기력 ㉣ 마찰력 ㉤ 탄성력
㉥ 빠르기(또는 속력) ㉦ 증가 ㉧ 감소

| 개념 적용하기 |

1 답 ③_ ① 힘이 세면 모양을 잘 변형시키거나 속력을 많이 변하게 한다. 단단하면 모양이 잘 변하지 않는 것이지 힘이 센 것은 아니다.
② 속력이 큰 상태에서 일정한 속력을 유지하면 작용하는 힘은 0이다.
④ 에너지를 많이 가지고 있으면 큰 힘을 작용할 수 있는 가능성이 있지만 에너지를 많이 가진 자체가 힘이 큰 것은 아니다.
⑤ 정지한 물체에도 힘이 작용하지만 알짜힘이 0이다.

2 답

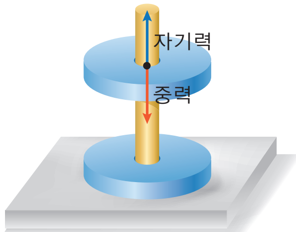


농구공에 작용하는 힘을 화살표로 나타낼 때 화살표의 시작점은 농구공의 중심에 있어야 하고 힘의 방향을 나타내는 화살표의 방향은 아래로 표시해야 한다.

3 답 ㉠ 중력 ㉡ 마찰력 ㉢ 전기력

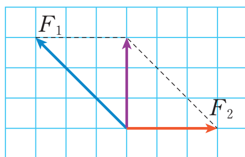
4 답 6 cm_ 용수철 저울에 작용하는 힘과 늘어난 길이는 비례한다. 용수철 저울이 늘어난 길이를 x라고 할 때 힘과 늘어난 길이의 관계를 비례식으로 나타내면 다음과 같다.
$3:2=9:x$로부터 $x=6$ cm이다.

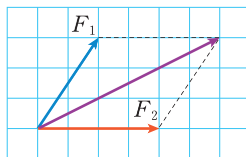
5 답 중력, 자기력_ 위쪽 자석은 지구에 의한 중력과 아래쪽 자석에 의한 자기력을 동시에 받고 있다.



6 답 (1) 5 N (2) 1 N
(1) 두 힘이 같은 방향으로 작용할 때에는 두 힘을 더해 주면 되므로 3 N+2 N=5 N이다.
(2) 두 힘이 반대 방향으로 작용할 때에는 큰 힘에서 작은 힘을 빼 주면 되므로 3 N−2 N=1 N이다.

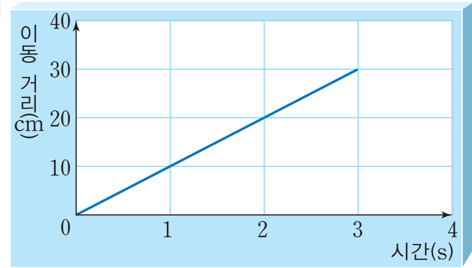
7 답 자를 이용하여 평행사변형을 그려 합력을 그린다.
(1) (2)





8 답 ④_ 한 타점 찍히는 데 걸리는 시간이 0.1초이므로 같은 길이를 이동하는 데 걸린 시간은 A는 0.6초, B는 1.2초가 걸렸다. 따라서 B의 속력이 A의 속력보다 느리다.

9 답



10 답 왼쪽_ 물체의 운동 방향과 반대 방향으로 힘이 작용하면 물체는 점점 속력이 감소하는 운동을 한다.

11 답 ①_ 속력의 방향이 같으므로 출발점에서 계속 멀어지고 있다. 5초 때에는 속력이 가장 크지만 속력의 변화가 없으므로 작용하는 힘은 0이다.

12 답 ㄴ_ 일정한 속력으로 떨어지는 빗방울에 작용하는 알짜 힘은 0이다.

| 개념 응용하기 |

1)



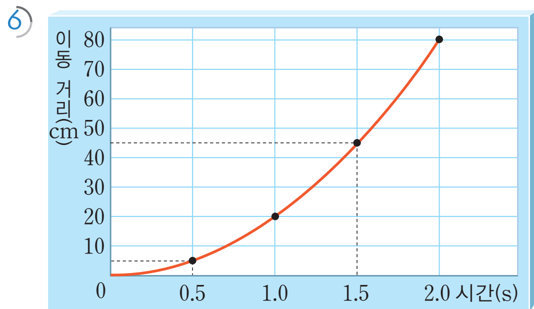
병 바닥의 모양을 위로 볼록하게 만든다.
이유: 병에 든 액체의 무게가 병 바닥을 누르는 힘을 분산시켜 병 바닥이 변형되는 것을 줄여 준다.

2) 고무줄이 돌에 작용하는 탄성력은 돌을 놓은 직후에 가장 크다. 따라서 잡고 있던 돌을 놓은 직후에 가장 큰 힘이 작용하고 돌의 속력의 변화가 가장 크다.
이후 고무줄의 힘이 작용하지 않을 때까지 돌에 작용하는 힘의 크기는 점점 줄어들어 0이 된다. 그러나 돌에 작용하는 고무줄이 작용하는 힘의 방향은 돌이 날아가는 방향이므로 고무줄의 힘이 작용하는 동안 돌의 속력은 증가한다.

3) 두 팔을 넓게 벌렸을 때에는 몸무게를 지탱하기 위해서 두 팔에 더 큰 힘을 가해야 하므로 오래 매달려 있기 어렵다.

4) (1) • 자전거 체인이 더 쉽게 회전할 수 있도록 체인에 윤활유를 뿌린다.
• 창문을 열고 닫기 쉽게 하기 위해 창문에 바퀴를 장치한다.
(2) • 눈길에서 자동차가 미끄러지지 않게 하기 위해 바퀴에 체인을 장치한다.
• 바닥면에서 미끄러지는 것을 방지하기 위해 실내화의 바닥에 고무를 붙인다.

5) 쥐덫, 침대 용수철, 완력기, 빨래집게 등

6) 

처음 0.5초 동안의 이동 거리는 5 cm이고, 0.5~1.0초 동안의 이동 거리는 15 cm, 1.0~1.5초 동안이 이동 거리는 25 cm이다. 즉, 속력이 일정한 비율로 증가하고 있다.

속력이 일정한 비율로 증가하였으므로 이 자동차에 작용한 알짜힘은 자동차가 운동하는 오른쪽 방향으로 작용하고 있으며, 작용하는 알짜힘의 크기는 일정하다.

IV 광합성

잠깐 체크 ········ 151쪽

액포, 엽록체

잠깐 체크 ········ 152쪽

세포벽

잠깐 체크 ········ 155쪽

기본 조직계_ 표피 조직계와 관다발 조직계에 포함되지 않는 조직은 모두 기본 조직계에 해당한다.

자기 주도 학습 ········ 155쪽

개념 확인하기

식물체에서 엽록체가 있는 부분은 녹색을 띠기 때문에 맨눈으로 확인할 수 있다. 엽록체에는 녹색의 엽록소가 있으며, 가시광선 중 녹색 빛을 반사하기 때문에 우리 눈에 녹색으로 보인다.

과학과 생활 연관 짓기

청바지의 질긴 실은 주성분이 셀룰로스이다. 식물 세포의 세포벽도 주성분이 셀룰로스이다. 따라서 청바지의 질긴 실은 식물 세포의 세포벽과 관련이 있다.

잠깐 체크 ········ 161쪽

공변세포

잠깐 체크 ········ 162쪽

잎이 물에 떠 있는 식물은 잎의 뒷면이 물과 접촉하고 있기 때문에 기체 교환을 할 수 없어서 잎의 앞면에만 기공이 분포한다.

잠깐 체크 ········ 168쪽

나무 줄기에 나이테가 생기는 것은 세포 분열이 일어나는 형성층 때문이다. 그러나 형성층이 있다고 해도 더운 날씨와 추운 날씨, 건기와 우기가 구분되면서 일 년 단위로 기후 변화가 반복되어야 나이테가 만들어진다. 더운 날씨나 우기에는 나무의 생장에 필요한 물이 쉽게 공급되므로 세포도 많이 만들어질 뿐만 아니라 세포가 크고 세포벽이 얇기 때문에 밝은색을 띠는 부분이 넓게 만들어진다. 하지만 추운 날씨나 건기에는 나무의 생장 속도가 느리기 때문에 세포가 작고 세포벽이 두꺼워 어두운색을 나타내는 부분이 좁게 만들어진다. 밝은색과 어두운색의 테가 일 년 단위로 반복되면서 뚜렷한 대비가 되기 때문에 나이테를 보고 나무의 나이를 알 수 있다.

연중 기후의 변화가 없는 곳에서는 형성층이 있어도 나이테가 만들어지지 않는다.

잠깐 체크 ········ 171쪽

생장점

잠깐 체크 ········ 172쪽

농도가 높은 비료를 뿌리에 가까이 주면 뿌리보다 비료의 삼투압이 더 높아 물이 뿌리에서 토양 쪽으로 빠져나오게 되어 식물이 말라 죽을 수 있다. 따라서 비료의 농도를 묽게 하여 뿌리에서 먼 쪽으로 뿌려 주는 것이 좋다.

자기 주도 학습 ········ 173쪽

개념 확인하기

뿌리털에서 물관쪽으로 갈수록 용액의 용질 농도가 더 높아진다. 물관 쪽으로 갈수록 용질의 농도가 높아져야 물이 물관 쪽으로 이동할 수 있다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

건조한 지역에 적응하면서 살기 위해서는 수분 흡수를 위해 뿌리를 깊고 넓게 뻗어야 한다.

자기 주도 학습 ········ 184쪽

개념 확인하기

빛의 세기, 이산화 탄소의 농도, 온도

과학과 생활 연관 짓기

가을에는 여름보다 빛의 세기가 약해지고 온도가 낮아지기 때문에 광합성량이 여름보다 감소한다.

과학과 환경 연관 짓기

먼지가 발생하여 햇빛을 적게 받을 뿐만 아니라 기공이 좁아지거나 막혀 이산화 탄소의 공급량이 줄어들기 때문이다.

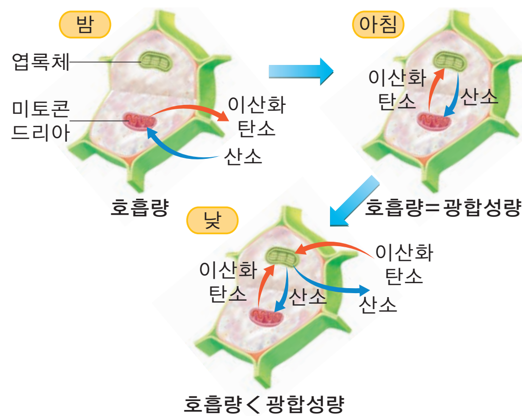
자기 주도 학습 ········ 188쪽

개념 확인하기

포도당보다 녹말 상태로 전환하면 더 많은 양분을 저장할 수 있기 때문이다.

과학과 생활 연관 짓기

광합성량과 호흡량이 똑같아질 때 광합성 과정에서 방출된 산소가 호흡에 모두 사용되고, 호흡 과정에서 방출된 이산화 탄소는 모두 광합성에 이용되어 외관상 기공을 통한 기체 출입은 없다.



대단원 마무리 ········ 190쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 엽록체, ㉡ 체관, ㉢ 공변세포, ㉣ 증산, ㉤ 삼투압, ㉥ 포도당, ㉦ 이산화 탄소
[○, × 퀴즈] ❶ × ❷ ○ ❸ × ❹ × ❺ × ❻ × ❼ ×

| 개념 적용하기 |

1 답 ④_ 광학 현미경의 발명으로 식물 세포와 동물 세포를 발견할 수 있게 되었다.

2 답 • 식물 세포에는 엽록체가 있어 광합성을 할 수 있다.
• 식물 세포에는 미토콘드리아가 있어 호흡을 할 수 있다.
• 동물 세포에는 미토콘드리아가 있어 호흡을 할 수 있다.

3 답 (1) ㄱ, ㄴ, ㄹ, ㅁ, ㅂ_ 식물의 뿌리 세포에는 엽록체를 제외한 다른 것은 모두 있다.
(2) ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ, ㅁ, ㅂ_ 식물의 엽육 세포에는 여섯 가지가 모두 있다.
(3) ㄱ, ㅁ, ㅂ_ 사람의 백혈구에는 엽록체와 세포벽, 액포가 없다.
(4) ㄷ, ㄹ

4 답 ④_ 큐티클층은 표피 세포층의 바깥에서 잎을 보호한다.

5 답 (1) • 관다발 조직계: C
• 기본 조직계: A, B
• 표피 조직계: D
(2) 울타리 조직 세포(A)에는 해면 조직 세포(B)보다 엽록체 수가 더 많다.
(3) ④_ 잎은 식물의 영양 기관이다.
(4) 관다발은 쌍떡잎식물에는 동심원상에 고리 모양으로 분포해 있지만, 외떡잎식물에는 줄기 전체에 흩어져 분포한다.

6 답 (1) C_ 체관이 떨어져 나간다.
(2) A_ 부피 생장은 형성층이 있기 때문이다.
(3) C_ 물관은 죽은 세포로 구성되어 있고, 체관은 살아 있는 세포로 구성되어 있다.

7 답 (1) (가): 뿌리털, (나): 생장점
(2) 식물 세포(B)의 용질 농도가 토양의 수분(A)보다 더 크다.
(3) 뿌리털이 떨어지지 않도록 흙과 함께 운반한다.

8 답 A는 햇빛을 흡수하는 엽록체이다.

9 답 (1) (가): 체관, (나): 물관
(2) ⑤_ (다)는 기공으로서, 기공 주변에는 엽록체가 들어 있는 두 개의 공변세포가 있다.
(3) A: 포도당, B: 녹말

| 개념 응용하기 |

1 (1) 물풀에 아이오딘 – 아이오딘화 칼륨 용액을 떨어뜨려 색깔 변화를 확인한다.

(2) 핀치 꼭지를 열고 꺼져 가는 성냥불을 대면 불꽃이 일어나는 것으로 산소를 확인한다.

2) (1) 콩의 호흡으로 이산화 탄소를 방출하고 열이 발생하는 것을 확인한다.
(2) 싹튼 콩이 있는 쪽의 석회수가 뿌옇게 흐려진다.
(3) 싹이 틀 때 호흡이 일어나 열이 발생하여 온도가 상승한다.

3) (1) A에는 이산화 탄소가 들어 있지만, B에는 이산화 탄소가 없다.
(2) 광합성의 원료로 이산화 탄소가 필요한지 알아본다.
(3) A에서는 녹말이 만들어졌지만, B에서는 녹말이 만들어지지 않는다.

4) 잎은 선인장과 같이 좁은 가시로 변하고, 줄기는 수분을 저장하기 위해 두터워지며, 뿌리는 수분을 흡수하기 위해 깊게 뻗을 것이다.

V 열과 우리 생활

잠깐 체크 200쪽

0℃

자기 주도 학습 200쪽

개념 확인하기

온도는 물질을 이루는 분자의 운동이 활발한 정도를 나타내는 값이다. 즉, 온도가 높을수록 분자 운동이 더 활발하고, 온도가 낮으면 분자 운동이 덜 활발하다.

응용 문제 해결하기

절대 온도(K)=섭씨온도(℃)+273이다. 따라서 섭씨온도 20℃를 절대 온도로 나타내면 20℃+273=293 K이다.

과학과 기술 연관 짓기

용광로와 같이 매우 뜨거운 곳의 온도는 직접 접촉하지 않고 측정할 수 있는 적외선 온도계 등을 사용한다.

잠깐 체크 203쪽

온도는 물체의 차고 뜨거운 정도를 수치로 나타낸 것이고, 열은 온도가 높은 물체에서 낮은 물체로 이동하는 에너지이다. 분자 운동 모형으로 보면 온도는 분자 운동의 활발한 정도를 나타내고, 열은 분자 운동이 더 활발한 물체에서 분자 운동이 덜 활발한 물체로 이동하는 에너지이다.

자기 주도 학습 205쪽

개념 확인하기

온도가 다른 두 물체를 접촉시키면 온도가 높은 물체에서 온도가 낮은 물체로 열이 이동한다.

생활 속 문제 해결하기

오랫동안 문이 닫혀 있던 냉장고 안의 물체들은 모두 냉장고 내부 공기의 온도와 열평형을 이루게 된다. 따라서 냉장고 안 음식물의 온도는 모두 같다.

과학과 기술 연관 짓기

적외선 온도계: 적외선 온도계는 접촉하지 않고도 물체의 온도를 측정할 수 있기 때문에 안전성에서 우수하고, 다른 온도계와 달리 열평형 상태가 될 때까지 기다리지 않아도 되기 때문에 감지 속도가 빠르다.


❷ 적외선 온도계

잠깐 체크 210쪽

난로 옆에 있으면 따뜻한 이유는 열이 복사에 의해 이동하기 때문이다. 따라서 복사 에너지가 전달되는 방향에 사람이나 장애물이 놓이면 복사 에너지의 전달이 차단되어 덜 따뜻하게 느껴진다.

자기 주도 학습 210쪽

개념 확인하기

고체를 이루는 분자들은 직접 이동할 수 없으므로 고체에서 열은 주로 전도에 의해 이동한다. 하지만 액체나 기체는 분자들이 직접 이동할 수 있으므로 주로 대류에 의해 열이 이동한다.

생활 속 문제 해결하기

냉장고 내부에서 찬 공기는 위에서 나온다. 찬 공기는 무거우므로 아래쪽으로 내려오면서 냉장고 내부를 골고루 차게 한다.

과학과 공학 연관 짓기

인공위성은 지구 대기권 밖에 있어서 태양 빛을 받을 때와 받지 않을 때 온도 차가 매우 커진다. 이러한 영향을 최소화시키는 방법은 태양 빛을 받을 때에는 이를 반사시켜 온도 상승을 줄이는 것이다. 금속막은 반사율이 매우 높아서 복사 에너지를 거의 흡수하지 않는다. 또한 금속막은 태양 빛을 받지 않을 때 인공위성이 방출하는 복사 에너지를 차단하는 역할도 한다. 이러한 장치 때문에 인공위성의 온도는 크게 변하지 않는다.

잠깐 체크 ······ 216쪽

물의 비열이 유리의 비열보다 5배 정도 크므로 물 1 kg과 유리 1 kg에 똑같은 열을 가하면 유리의 온도가 5배 정도 더 많이 올라간다.

잠깐 체크 ······ 217쪽

육지와 바다의 비열 차이 때문이다. 낮에 태양이 비추면 비열이 작은 육지가 더 빨리 데워져 공기가 위로 상승하며, 빠져나간 공간을 채우기 위해 바다에서 육지 쪽으로 공기가 이동하므로 해풍이 분다. 반대로 밤에는 육지가 더 빨리 식어 공기가 아래로 내려오면서 육지의 공기가 바다 쪽으로 이동하므로 육풍이 분다.

자기 주도 학습 ······ 218쪽

개념 확인하기

쇠 그릇이 사기그릇에 비해 비열이 작다. 따라서 뜨거운 밥을 담으면 쇠 그릇이 더 빨리 뜨거워진다.

생활 속 문제 해결하기

- 비열이 커야 좋은 예: 온도 변화가 잘 일어나지 않거나 천천히 일어나야 하는 경우로 냉난방 장치에 사용되는 물, 음식을 오랫동안 뜨겁게 유지하는 뚝배기 등이 있다.
- 비열이 작아야 좋은 예: 온도 변화가 빨리 일어나야 하는 경우로 냉난방 장치에 사용되는 구리관, 음식을 빨리 데울 수 있는 양은 냄비 등이 있다.

생각 확장하기

달 표면의 온도: 달 표면의 온도는 낮에 태양 빛을 받을 때에는 100℃ 이상 올라가고, 밤에는 −170℃ 이하로 내려간다. 이처럼 온도 변화가 큰 이유는 달에는 지구와 달리 물이 없어 표면의 비열이 작기 때문이다. 또한 대기가 없어 태양 복사 에너지를 가두지 못하는 것도 낮과 밤의 온도 변화가 커지는 이유가 된다.



▲ 달

잠깐 체크 ······ 220쪽

여름에는 온도가 높아 철로가 팽창하므로 틈의 간격이 좁아지고 겨울에는 온도가 낮아 철로가 수축하므로 틈의 간격이 넓어진다.

잠깐 체크 ······ 222쪽

일반적으로 온도 변화가 같으면 열팽창 정도는 액체가 고체보다 크다. 그 이유는 고체에 비해 액체는 물질을 구성하는 분자들의 운동이 더 자유롭기 때문이다.

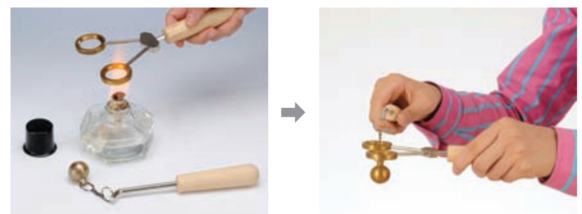
자기 주도 학습 ······ 225쪽

개념 확인하기

고체나 액체가 열을 받으면 온도가 올라가면서 팽창한다. 이는 온도가 높아지면 물질을 구성하는 분자들의 운동이 더 활발해지면서 분자 사이의 간격이 증가하게 되어 길이나 부피가 커지는 것이다.

응용 문제 해결하기

금속 고리를 가열하면 금속 고리를 구성하는 분자들 사이의 간격이 모든 방향으로 늘어나면서 가운데 구멍의 크기는 더 커진다. 금속판 가운데 원을 그리고 금속판을 가열하면 원의 크기가 커지는 것과 같은 원리이다.



과학과 공학 연관 짓기

- 자동차의 피스톤은 보통 알루미늄으로 만들고 실린더는 철로 만드는데 알루미늄이 철보다 열팽창률이 크다. 이 때문에 피스톤을 제작할 때에는 지름을 실린더의 지름보다 조금 작게 만든다.
- 콘크리트로 도로를 만들 때에는 열팽창에 의해 균열이 생기는 것을 막기 위해 일정한 간격으로 틈을 두고 만든다.
- 콘크리트 건물에 사용하는 시멘트와 철근은 열팽창률이 같다. 열팽창률이 다르면 열팽창이 일어날 때 건물에 균열이 생길 것이다.
- 인공 치아나 충치를 치료할 때에는 치아와 열팽창 정도가 같은 재료를 사용한다.

잠깐 체크 ········ 227쪽

날씨가 추울 때 몸이 떨리는 것은 체온을 유지하기 위한 자연적인 반응이다. 춥다고 느껴지면 뇌에서 근육 운동을 명령하게 되는데 이것이 몸의 떨림 현상으로 나타나는 것이다. 근육이 떨리면 열이 발생하여 체온이 내려가는 것을 막아 준다.

잠깐 체크 ········ 228쪽

난방용 라디에이터를 실내의 아래쪽에 설치하는 이유는 대류에 의해 실내를 골고루 난방하기 위해서이다. 라디에이터에 의해 가열된 공기는 가벼워져서 위로 올라가고 이를 채우기 위해 주변에 있던 찬 공기가 라디에이터 쪽으로 들어오면서 공기의 순환이 일어난다.

잠깐 체크 ········ 230쪽

겨울철에 얇은 옷을 여러 겹 입으면 옷과 옷 사이에 공기층이 생겨 단열 효과가 좋아진다.

잠깐 체크 ········ 231쪽

공장이나 가정, 기계 장치 등에서 발생한 폐열은 최종적으로는 공기 중으로 이동하여 흩어지며, 이렇게 이동한 열에너지는 다시 사용하기 어렵다.

자기 주도 학습 ········ 232쪽

개념 확인하기

주방에서 사용하는 조리용 그릇이나 도구들 중 직접 가열하여 음식을 익히는 경우에는 대부분 금속을 사용한다. 금속은 비열이 작아 온도가 쉽게 올라가며 전도에 의해 열을 잘 전달시키기 때문이다.

생활 속 문제 해결하기

동물들이 열을 잘 방출시키는 원리와 같다. 즉, 핀이 많으면 공기와의 접촉 면적이 넓어지는데 이렇게 되면 넓어진 면적을 통해 더 많은 열을 빠르게 방출시킬 수 있다.



방열판

과학과 환경 연관 짓기

열섬 현상은 인구가 밀집되어 있고 고층 건물이 많은 도시 중심지가 주변 지역에 비해 기온이 더 높은 현상이다. 열섬 현상이 생기는 가장 큰 원인은 공장의 매연, 자동차의 배기가스, 냉난방 기기에 의한 인공열의 발산 때문이다.

대단원 마무리 ········ 234쪽

| 개념 정리하기 |

❶ 온도 ❷ 열평형 ❸ 열량 ❹ kcal ❺ 전도 ❻ 대류 ❼ 복사 ❽ 비열 ❾ 열팽창 ❿ 전도 ⓫ 지구 온난화

| 개념 적용하기 |

1 답 (1) ㄴ (2) ㄹ (3) ㅂ

2 답 ②_ ① 섭씨온도 100℃를 절대 온도로 바꾸면 273을 더하면 되므로 373 K이다.
② 온도는 가장 높은 온도의 한계는 없지만 가장 낮은 온도의 한계는 있다. 절대 온도로 0 K, 즉 섭씨온도 −273℃가 가장 낮은 온도이다.
③ 분자 운동은 얼마든지 활발해질 수 있으므로 온도는 얼마든지 높아질 수 있다.
④, ⑤ 온도는 물체의 차고 뜨거운 정도를 수치로 나타낸 것으로 물질을 구성하는 분자 운동이 활발할수록 온도가 높다.

3 답 (1) 열이 이동하지 않는다._ 캔과 털장갑은 온도가 같으므로 접촉시켰을 때 어느 쪽으로도 열이 이동하지 않는다.
(2) 캔이 더 차갑게 느껴진다._ 털장갑보다 캔을 잡았을 때 손이 더 차갑게 느껴진다. 그 이유는 캔이 털장갑보다 열을 더 잘 전도하여 손으로부터 열을 더 빨리 빼앗기 때문이다.

4 답 ③_ 90℃의 물이 잃은 열량과 40℃의 물이 얻은 열량이 같으므로 열평형 상태가 되었을 때 온도를 t라고 하면 다음 식이 성립한다.

$500\times(90-t)=500\times(t-40)$

따라서 열평형 상태의 온도는 $t=65$℃이다.

5 답 금속은 전도율이 좋은 물질이다. 금속 포크를 감자에 꽂으면 외부에서 가해 준 열이 포크를 통한 전도에 의해 감자 내부로 더 빠르게 전달되므로 감자가 더 빨리 익게 된다.

6 답 에어컨에서 나오는 찬 공기는 분자 운동이 덜 활발하여 무거우므로 아래쪽으로 내려가고 난로에 의해 데워진 공기는 분자 운동이 더 활발하여 가벼우므로 위쪽으로 올라간다. 따라서 대류에 의해 공기의 순환이 일어나게 하기 위해서는 에어컨은 위쪽에 난로는 아래쪽에 설치한다.

7 답 ③_ 해풍과 육풍이 생기는 주된 원인은 바다와 육지 사이의 비열 차이 때문이다. 즉, 육지의 비열이 바다의 비열보다 작다. 이에 따라 낮에는 육지가 더 빨리 가열되어 해풍이 불고, 밤에는 육지가 더 빨리 냉각되어 육풍이 분다.

8 답 $\frac{1}{2}$배_ 물과 액체의 질량은 같지만 같은 시간 동안 액체의 온도 변화가 물의 2배이므로 비열은 액체가 물의 $\frac{1}{2}$배이다.

9 답 B_ 온도가 높아졌을 때 접점이 떨어진다는 것은 바이메탈이 A 쪽으로 휘어진다는 것을 의미한다. A 쪽으로 휘어지려면 B가 더 많이 팽창해야 한다.

10 답 ⑤_ 주전자가 금속으로 되어 있는 이유는 전도에 의해 주전자에 들어 있는 물을 더 빨리 가열하기 위해서이다. 주전자의 손잡이가 뜨거우면 이를 잡는 사람이 화상을 입을 수 있으므로 열을 잘 전도하지 못하는 플라스틱으로 만든다.

11 답 (1) **전도나 대류에 의한 열의 이동을 차단한다.**_ 진공은 물질이 전혀 없는 상태이다. 전도나 대류에 의한 열의 이동은 물질이 있어야 한다.

(2) **복사에 의한 열의 이동을 차단한다.**_ 은으로 도금을 하면 복사 에너지를 내부로 반사하기 때문에 외부로 복사 에너지가 방출되는 것을 막을 수 있다.

12 답 지구는 태양으로부터 흡수한 에너지만큼 다시 우주로 방출하기 때문에 온도가 올라가지 않고 평형 상태를 유지한다.

| 개념 응용하기 |

1 우유의 온도가 손보다 낮아 손에서 우유로 열이 이동하기 때문에 차갑게 느껴지고, 도넛의 온도는 손보다 높아 도넛에서 손으로 열이 이동하기 때문에 따뜻하게 느껴진다.

2 (1) 비열은 B가 A의 $\frac{7}{5}$배이다.

해설 질량은 같고 열평형 상태에 도달할 때까지 온도 변화는 A가 35℃, B가 25℃이다. 즉, A의 온도 변화가 B의 $\frac{7}{5}$배이다. 따라서 비열은 B가 A의 $\frac{7}{5}$배이다.

(2) 온도 차이가 작을수록 열이 더 적게 이동하기 때문이다.

해설 처음에는 온도 차가 커서 두 물체 사이에 열이 더 많이 이동하므로 두 물체의 온도 변화가 크게 일어나지만, 시간이 흐를수록 두 물체의 온도 차가 작아지면서 이동하는 열량도 적어지기 때문에 온도 변화가 작게 일어난다.

3 얼음이 공기와 접촉하면 공기로부터 얼음으로 전도에 의해 열이 이동하면서 얼음이 녹는다. 따라서 얼음을 덜 녹게 하기 위해서는 스타이로폼과 같이 전도율이 작은 재질의 용기를 사용해야 한다.

4 민수

해설 물체가 열팽창할 때에는 모든 방향으로 팽창한다. 즉, 모든 방향으로 분자들 사이의 간격이 멀어진다. 따라서 틈새가 벌어진 쇠고리를 가열하면 전체적으로 부피가 늘어나므로 틈새도 더 벌어진다.

5 안쪽 유리컵에는 찬물을 넣고 바깥쪽 유리컵은 뜨거운 물에 담근다. 이렇게 하면 찬물에 의해 안쪽 유리컵은 수축하고, 뜨거운 물에 의해 바깥쪽 유리컵은 팽창하므로 두 유리컵이 쉽게 분리된다.

6 난방용 배관은 방바닥과 접촉하여 전도에 의해 방바닥으로 열을 전달한다. 따라서 쉽게 가열되어야 빠르게 난방을 할 수 있으므로 배관은 비열이 작은 금속으로 만든다. 반면에 배관을 따라 흐르는 물은 비열이 커서 가열된 후 잘 식지 않으므로 오랫동안 난방을 하는 데 유리하다.

VI 분자 운동과 상태 변화

잠깐 체크 246쪽

분자가 스스로 운동하기 때문이다.

잠깐 체크 249쪽

증발

잠깐 체크 250쪽

기체는 분자 사이에 빈 공간이 있고, 그 공간을 스스로 운동한다. 따라서 기체는 양에 관계없이 다양한 모양과 크기의 용기를 채울 수 있다.

자기 주도 학습 250쪽

개념 확인하기

공기 중에서 냄새가 퍼지거나 물속에서 색소가 퍼지는 것은 확산 현상이다. 그리고 끓지 않은 상태에서 물과 같은 액체 물질이 기화하여 공기 중으로 날아가는 것은 증발 현상이다. 확산과 증발 현상은 모두 물질을 이루고 있는 분자가 스스로 운동하기 때문에 일어난다.

생활 속 문제 해결하기

예시_ • 확산: 초벌구이 자기 향수병의 향수는 뿌리지 않아도 작은 구멍 사이로 확산되어 향기가 난다, 굴뚝 연기나 담배 연기가 공기 중으로 퍼져 나간다, 설탕을 물에 넣고 시간이 지나면 물 전체에서 단맛이 난다 등
- 증발: 가뭄이 계속 되면 논에 있던 물이 말라서 논바닥이 갈라진다, 고추를 햇볕에 널어 태양초를 만든다, 가습기의 김이 사라진다 등

과학과 기술, 사회 연관 짓기

- 현재 사용하고 있는 방법: 가스 경보기_ LNG 또는 LPG가 누출되었을 때 경보를 울리는 장치이다. 주로 주방에 설치하며, LNG는 공기보다 가벼워 누출되었을 때 위로 올라가므로 가스 경보기를 위쪽에 설치한다. 그리고 LPG는 공기보다 무거워 누출되었을 때 아래로 내려오므로 가스 경보기를 아래쪽에 설치한다.
- 또다른 방법: LNG와 LPG는 냄새가 없으므로 냄새가 나는 물질을 섞어 누출 여부를 알 수 있도록 한다.

잠깐 체크 254쪽

- 압력을 작게 하여 이용하는 예: 스키, 음료수 캔의 오목한 바닥, 트럭의 많은 바퀴 수 등은 힘을 받는 면의 넓이를 넓게 하여 압력을 작게 한다.
- 압력을 크게 하여 이용하는 예: 못, 송곳, 바늘, 칼 등은 힘을 받는 면의 넓이를 좁게 하여 압력을 크게 한다.

잠깐 체크 255쪽

고무풍선의 탄성은 풍선의 부피를 줄이는 쪽으로 작용하므로 풍선 안쪽 기체의 압력은 대기압보다 풍선의 탄성력만큼 크다._ 크기가 일정한 풍선에서 고무의 탄성을 무시하면 풍선 안쪽 기체의 압력은 대기압과 같다.

자기 주도 학습 259쪽

개념 확인하기

온도와 기체의 양이 일정할때, 압력이 커지면 기체의 부피는 감소하고, 압력이 작아지면 기체의 부피가 증가한다.

생활 속 문제 해결하기

공기 펌프로부터 자전거 타이어로 공기가 들어가기 위해서는 공기 펌프의 압력이 자전거 타이어 속 공기의 압력보다 커야 한다.

공기 펌프로 자전거 타이어에 공기를 넣을 때 점점 힘이 드는 것은 자전거 타이어에 공기가 채워질수록 타이어 속 공기의 압력이 증가하므로 공기 펌프의 압력을 그만큼 증가시켜야 하기 때문이다.

창의 · 인성 키우기

밑창에 공기 주머니가 들어 있는 운동화를 신고 발을 딛으면 몸의 무게 때문에 압력이 커져서 공기 주머니가 작아진다. 이때 바닥과의 충격이 완화되어 부상을 줄일 수 있다.

잠깐 체크 267쪽

피펫의 중간 부분을 손으로 감싸면 체온에 의해 피펫 속 공기의 압력과 부피가 증가하는데, 위쪽을 막았으므로 팽창된 공기는 아래쪽으로 나오게 된다. 따라서 피펫 끝에 있는 물방울이 아래쪽으로 떨어지는 것이다.

자기 주도 학습 268쪽

● 개념 확인하기

압력이 일정할 때 온도가 높아지면 기체의 부피가 증가하고, 온도가 낮아지면 기체의 부피가 감소한다.

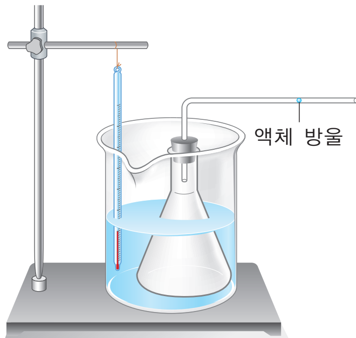
● 창의·인성 키우기(예시)

[방법]

① 그림과 같이 액체 한 방울을 넣은 가는 유리관이 꽂힌 고무마개로 삼각 플라스크의 입구를 막는다.



② 삼각 플라스크를 따뜻한 물이 담긴 비커에 넣은 다음, 그때의 온도를 적고 액체 방울의 위치를 표시한다.



③ 방법 ②의 비커에 ②에서보다 더 따뜻한 물을 넣거나 찬 물을 넣은 다음, 그때의 온도를 적고 액체 방울의 위치를 표시한다.

④ 방법 ②와 ③에서 표시한 액체 방울의 위치 사이를 같은 간격으로 나누어 눈금을 표시한다.

[원리]

그림과 같은 장치를 만들면 온도에 따라 액체 방울의 위치가 변하게 되므로, 기체의 부피를 통해 온도를 알 수 있다.

잠깐 체크 275쪽

융해는 고체 상태의 물질이 액체 상태로 변하는 것으로, 물질을 이루고 있는 분자 자체 내의 변화에 의한 현상이다. 하지만 설탕이나 소금이 물에 녹는 현상은 설탕이나 소금을 이루고 있는 입자들이 물 분자에 의해서 둘러싸이는 현상으로 이를 용해라고 한다. 따라서 융해와 용해는 서로 다른 현상이다.

자기 주도 학습 279쪽

● 개념 확인하기

융해와 응고, 액화와 기화, 승화가 있다.

● 생활 속 문제 해결하기

안개와 이슬은 공기 중의 수증기가 액화되어 물방울이 생기는 것이고, 눈과 우박은 공기 중의 수증기가 승화되어 얼음이 생기는 것이다.

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

유리병, 알루미늄 캔, 철 캔 등의 폐기물은 융해 과정을 거쳐 액체 상태로 만든 다음, 응고 과정을 거쳐서 재활용한다.

잠깐 체크 281쪽

① 고체 상태, ② 액체 상태, ③ 기체 상태_ 고체 상태는 분자들의 배열이 일정하고 규칙적이지만, 액체 상태는 고체 상태에 비하여 분자 배열이 불규칙적이고, 기체 상태는 액체 상태보다 더 불규칙적인 배열을 한다.

자기 주도 학습 284쪽

● 개념 확인하기

물질의 상태가 변하면 물질 자체는 변하지 않지만, 분자 배열이 규칙적이거나 불규칙적으로 변하여 분자 사이의 거리가 달라진다.

● 생활 속 문제 해결하기

에탄올이 든 병의 뚜껑을 열면 냄새를 맡을 수 있는데 이는 액체 상태의 에탄올 분자들이 기화(증발)하여 기체 상태의 자유로운 분자 배열을 하게 되고, 이 분자들이 운동을 하여 코를 자극하기 때문이다.

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

우리 주변에서 가장 많이 사용하는 모형 중의 하나는 인체 모형이다. 병원에서 환자들에게 설명을 쉽게 하기 위해서 인체 모형을 사용하는 경우가 있는데, 이때에는 모형을 실제 인체와 거의 흡사한 형태로 제작하여 사실감을 주는 역할을 한다.

잠깐 체크 ······ 288쪽

융해, 기화, 승화(고체 → 기체)_ 고체는 열에너지를 흡수하여 액체 상태로 변하고, 액체는 열에너지를 흡수하여 기체가 된다. 그리고 고체가 기체로 상태 변화를 일으킬 때에도 열에너지를 흡수한다.

자기 주도 학습 ······ 292쪽

개념 확인하기

열에너지를 흡수하는 상태 변화에는 융해, 기화, 승화(고체 → 기체)가 있고, 열에너지를 방출하는 상태 변화에는 응고, 액화, 승화(기체 → 고체)가 있다.

생활 속 문제 해결하기

수영장에서 나오면 피부에 묻어 있던 수분이 기화하면서 기화열을 흡수하기 때문에 추위를 느끼게 된다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

열에너지의 흡수와 방출은 물질의 상태 변화 과정에서 일어난다. 따라서 열에너지의 흡수와 방출이 효율적으로 이루어지도록 하기 위해서는 주위로 손실되는 열을 방지해야 한다. 이와 같이 주위로 손실되는 열을 막는 기술을 단열 기술이라고 한다.

기본적으로 많이 쓰이는 물질이 스타이로폼인데, 스타이로폼은 건물의 내벽에 넣어 열의 손실을 막아 주는 대표적인 단열재이다. 단열의 기본은 외부 공기나 물질들과의 마찰이 없게 하는 것이므로 효율적인 단열을 위해서는 외부 물질과의 마찰이 없어야 하며, 열에너지가 빠져나갈 틈이 없게 만드는 기술이 중요하다.

잠깐 체크 ······ 296쪽

기체 상태_ 분자 운동이 가장 활발할수록 분자 사이의 거리가 가장 멀다.

자기 주도 학습 ······ 297쪽

개념 확인하기

융해할 때와 기화할 때, 고체에서 기체로 승화할 때 모두 열에너지를 흡수하여 분자 운동이 활발해진다.

생활 속 문제 해결하기

예시_ 겨울에 파는 군밤은 굽기 전에 껍질의 일부를 잘라 낸다. 밤을 가열하면 밤 속에 있는 물이 수증기로 상태가 변하면서 분자 운동이 활발해져 밤 껍질이 갑자기 터져 위험할 수 있기 때문이다.

대단원 마무리 ······ 298쪽

| 개념 정리하기 |

㉠ 분자 모형 ㉡ 확산 ㉢ 운동 ㉣ 보일 법칙 ㉤ 압력 ㉥ 기화 ㉦ 활발해짐 ㉧ 방출

| 개념 적용하기 |

1 답 ⑤_ 고체도 제자리에서 분자 운동을 하며 분자는 모든 방향으로 움직인다. 분자가 가벼우면 분자 운동이 빠르고, 브라운 운동은 분자의 불규칙적인 운동을 말한다.

2 답 (1) 증발 (2) 증발 (3) 확산 (4) 확산

3 답 (나), 60℃의 물이 온도가 더 높으므로 분자 운동이 활발하여 잉크가 잘 퍼져 나갈 것이다.

4 답 ③_ 기체 분자는 모든 방향으로 움직일 수 있으므로 기체의 압력은 방향에 따라 그 크기가 달라지지 않고 일정하다.

5 답 **보일 법칙**_ 온도가 일정할 때 기체의 부피는 압력에 반비례한다.

6 답 30 mL_ 보일 법칙에 적용하면, 일정한 온도에서 압력이 2배가 되었으므로 부피는 $\frac{1}{2}$배가 된다.

7 답 ④_ −273℃는 기체의 부피가 0이 되는 이론적인 지점이고, 실제로는 −273℃보다 높은 온도에서 상태 변화가 일어나게 된다.

8 답 ④_ 아이오딘이 승화(고체 → 기체)되었다가 차가운 비커에 닿으면 다시 승화(기체 → 고체)되어 고체 상태가 된다. 승화 현상이 나타나는 예는 겨울철에 언 빨래가 서서히 마르는 것이다.

9 답 BC, EF_ BC 구간에서는 고체 상태가 액체 상태로 변하는 융해가, EF 구간에서는 액체 상태가 고체 상태로 변하는 응고가 일어난다. 상태 변화가 일어나는 구간에서는 온도가 일정하다.

10 답 ①, ⑤_ 촛농이 굳는 응고와 김이 서리는 액화 현상은 열에너지를 방출하는 상태 변화이다.

11 답 (1) B: 기화, E: 액화

(2) A, F _ 분자 배열이 규칙적으로 변하여 고체 상태가 되는 과정이다.

(3) B, C, D _ 분자가 열에너지를 흡수하여 불규칙적인 액체나 기체로 상태 변화하는 구간에서는 열에너지를 흡수한다.

12 답 ④ _ 분자 운동은 고체<액체<기체 순으로 활발해진다. 따라서 분자 운동의 정도가 가장 크게 변하는 경우는 고체에서 기체로, 기체에서 고체로 상태 변화하는 때이다.

13 답 ⑤ _ 고체가 액체로 상태가 변하면 분자 사이의 인력이 작아지고, 액체가 고체로 상태가 변하면 분자 사이의 인력이 커진다.

| 개념 응용하기 |

1) 볼펜심 뒤쪽으로 한쪽 귤껍질을 밀어내면 볼펜 안에 있던 기체 분자들이 압축되어 귤껍질이 튀어나간다.

해설 기체가 압축되면 부피가 줄어들어 기체 분자의 압력이 증가하는데, 이 과정에서 볼펜심 끝을 막고 있던 귤껍질이 그 압력을 견디지 못하고 튀어나가게 되는 것이다.

2) 일정한 온도에서 기체의 부피는 압력에 반비례하므로 기체의 부피를 2배로 늘리기 위해서는 일정한 온도에서 압력을 절반으로 줄이면 된다. 또한 압력이 일정한 상태에서 기체의 부피는 절대 온도에 비례하므로 현재 온도를 절대 온도로 환산한 값의 2배에 해당하는 온도로 가열해 주면 된다.

3) 추운 겨울날 뜨거운 물로 세차하면 미지근한 물로 세차할 때보다 증발하는 물의 양이 많다. 물이 증발할 때 많은 열을 빼앗아 가므로 뜨거운 물로 세차하는 경우에 물의 온도가 더 빠르게 내려간다. 반면에 미지근한 물은 뜨거운 물보다 온도가 낮으므로 증발하는 물의 양이 적다. 따라서 미지근한 물은 뜨거운 물보다 물의 온도가 더 느리게 내려가므로, 미지근한 물은 뜨거운 물보다 더 늦게 언다. 이것은 물의 기화열이 매우 크기 때문에 나타나는 현상이다.

4) 석빙고는 얼음을 보관할 수 있는 장소였으므로 열에너지의 손실이 매우 적은 구조로 되어 있음을 알 수 있다. 따라서 산속에 지하 냉장-냉동 저장 시험 동굴을 목적으로 한 현대판 석빙고를 제작하면 지상에서 과일이나 곡물을 보관하는 냉장 창고보다 연간 에너지 소비량을 줄일 수 있을 것이다. 고대의 석빙고 개념을 도입한 현대판 석빙고가 소기의 성과를 얻는다면 에너지 절약 면에서 매우 중요한 의미가 있을 것이다.

5) 환상적인 느낌의 분위기를 나타내기 위해서는 드라이아이스를 활용하는 것이 좋다. 드라이아이스는 고체 상태에서 기체 상태로 상태가 변하면서 승화열을 흡수하므로 주위의 온도가 낮아지게 한다. 이때 공기 중의 수증기가 액체 상태의 물방울로 상태가 변하면서 구름이나 안개가 생긴 것과 같은 느낌이 나게 할 수 있기 때문이다.

VII 수권의 구성과 순환

잠깐 체크 307쪽

구름에서 비나 눈 등이 만들어져 지표로 떨어지는 현상을 강수라고 한다. 강수로 지표에 떨어진 물은 지하로 스며들기도 하고, 강을 따라 호수나 바다로 흘러들기도 한다. 호수나 바다, 강 등에 있던 물은 증발하여 공기 중의 수증기가 되고, 이 수증기는 응결하여 구름이 되었다가 강수로 다시 지표로 되돌아와서 강과 호수, 바다를 이룬다.

자기 주도 학습 310쪽

개념 확인하기

육수 중 가장 많은 양을 차지하는 것은 빙하이다.

생활 속 문제 해결하기

가장 중요한 것은 물을 아껴 쓰고 낭비하지 않는 것이다. 가정에서 할 수 있는 실천 방법에는 컵으로 물을 받아서 양치하기, 설거지할 때나 채소 및 과일을 씻을 때 물을 받아서 하기, 음식물 쓰레기를 줄이고 하수구에 그대로 버리지 않기, 기름은 물로 세척하기 전에 휴지로 닦아 내기, 샤워할 때 물을 계속 틀어 놓지 않기, 빨랫감을 한꺼번에 모아서 세탁하거나 세제 사용량 줄이기, 절수형 샤워 꼭지나 수도꼭지 사용하기 등이 있다.

잠깐 체크 ······ 313쪽

남극 대륙의 빙하는 전체 빙하의 약 88 %를 차지하며, 평균 두께가 약 2,500 m이다.

자기 주도 학습 ······ 318쪽

개념 확인하기

남극과 북극을 비롯한 고위도 지방과 고산 지대

생활 속 문제 해결하기

- 온실기체의 배출량을 줄인다.
- 화석 연료의 효율을 높이고 대체할 수 있는 신에너지나 재생 에너지를 개발한다.
- 지구 온난화는 어느 한 나라만의 문제가 아니며, 한두 나라의 노력으로 해결되지도 않는다. 따라서 전 지구적으로 대응해야 하며, 세계 여러 나라는 기후 변화 협약을 충실히 이행해야 한다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

- 땅속에 저장하는 방법: 석유를 뽑아 올린 지하 공간에 이산화 탄소를 집어넣거나, 석탄을 캐낼 수 없는 석탄층에 저장한다.
- 심해층에 저장하는 방법: 이산화 탄소는 저온 고압 상태가 되면 바닷물보다 무거워지는 성질을 이용하여 액화시킨 이산화 탄소를 심해의 구덩이에 저장하는 방법
- 지하의 염수층에 저장하는 방법
- 미생물을 배양한 탱크에 이산화 탄소를 고정시키는 방법

잠깐 체크 ······ 321쪽

물 1,936 g, 염류: 64 g

잠깐 체크 ······ 328쪽

봄철이나 가을철에는 여름철에 비해 바람이 강하게 불어 혼합층이 두껍게 형성된다.

자기 주도 학습 ······ 328쪽

개념 확인하기

위도 20°와 30° 사이

과학과 기술, 사회 연관 짓기

심해에서는 수압이 높기 때문이다. 심해 환경에서는 외부의 압력이 매우 높기 때문에 일반 생명체는 살아갈 수 없으며, 지상에서 아무런 문제가 없던 기계 장치가 정상적으로 작동하지 않는 경우도 많다. 특히 수심 6,000 m 이상인 해구에서는 수압이 매우 높아 접근이 힘들다.

잠깐 체크 ······ 334쪽

유라시아 대륙과 아메리카 대륙에 막힌 바다 위를 편서풍과 무역풍이 각각 동쪽과 서쪽으로 불면서 해수를 이동시키기 때문이다.

잠깐 체크 ······ 336쪽

해수가 순환하지 않으면 위도 사이의 열 이동이 일어나지 않아 무더위나 혹한 등의 극단적인 기후가 나타날 것이다.

자기 주도 학습 ······ 337쪽

개념 확인하기

표층 해류는 바람과 표면 해수와의 마찰에 의해 발생하기 때문에 지구에서 부는 바람 방향의 영향을 받는다.

생활 속 문제 해결하기

예시_ 선박들은 해류를 이용하여 목적지까지 더욱 빨리 갈 수 있고, 연료도 절약할 수 있다. 또 해류가 흐르는 곳 근처에 있는 지역은 해류의 영향을 받아 기후가 크게 변한다.

과학과 기술, 사회 연관 짓기

유조선이나 시추 시설에서 유출된 기름은 해류를 따라 퍼져 나간다. 따라서 해류가 움직이는 방향을 알면 유출된 기름의 이동 경로를 미리 파악하여 방제 작업을 하기가 수월해진다.

자기 주도 학습 344쪽

● 개념 확인하기

가스 수화물, 조력 에너지, 해수 온도 차 에너지, 파력 에너지 등

● 과학과 기술, 사회 연관 짓기

조류 발전은 조류의 유속을 이용하여 발전기를 돌려서 발전하는 방식이고, 조력 발전은 밀물 때와 썰물 때 수면의 높이차를 이용하여 발전기를 돌려서 발전하는 방식이다.

대단원 마무리 346쪽

| 개념 정리하기 |

[가로 열쇠 정답] ❷ 표층 해수 ❺ 심해층 ❻ 구조 ❼ 원자로 ❽ 교환 법칙 ❾ 시추 ❿ 복장 ⓫ 바이오 ⓬ 빙하기 ⓮ 대류권 ⓰ 변성기 ⓱ 지구 온난화 ⓲ 수면
[세로 열쇠 정답] ❶ 측심기 ❷ 표층 순환 ❸ 수자원 ❹ 체조 ❻ 구로시오 해류 ❽ 교장 ❿ 복사 에너지 ⓬ 빙산 ⓭ 기후 변화 ⓮ 대기 ⓯ 권계면

| 개념 적용하기 |

1 답 ㄴ－ㄹ－ㄷ－ㄱ－ㅁ_ 지구의 수권을 이루는 물 중 대부분을 차지하는 것은 바닷물이다. 육지의 물 중에서 가장 많은 부분을 차지하는 것은 빙하이며, 그 다음으로는 지하수이다. 대기 중의 수증기는 수권에서 극히 적은 양을 차지한다.

2 답 ①_ 마시거나 일상생활에 이용하는 물은 생활용수이며, 하천이나 강의 기능 유지에 쓰이는 물은 유지용수이다. 공장에서 제품을 만들 때 이용하는 물은 공업용수이며, 논이나 밭에서 작물을 키울 때 이용되는 물은 농업용수이다. 선진국일수록 농업용수보다는 공업용수를 많이 사용하며, 생활용수의 1인당 사용량이 많다.

3 답 ①_ 지구에서 빙하의 대부분은 남극 대륙에 분포하고 있다. 남극 대륙은 거의 전체가 빙하로 덮여 있으며, 빙하의 평균 두께도 약 2,500 m나 된다.

4 답 ④

5 답 ③_ 염분이 35 ‰인 해수 1 kg 속에는 염류 35 g이 들어 있으므로 물의 양은 965 g이다. 따라서 염류와 물의 비율은 35 : 965=7 : 193이다.

6 답 수온 약층

7 답 ②_ 표층에서는 끊임없이 부는 바람과 접촉하여 바람에 의한 영향이 크다. 심층의 경우는 바람이 전혀 닿지 않으며 해수의 온도 변화도 거의 없지만, 표층으로부터 유입되는 해수에 의해 밀도의 변화가 생기기 때문에 해류가 발생한다.

8 답 (1) A: 황해 난류 (2) B: 북한 한류 (3) C: 동한 난류 (4) D: 구로시오 해류

9 답 (1) 황해 → 동해 (2) 작아서 → 커서 (3) 고위도의 해수는 저위도로 → 저위도의 해수는 고위도로

10 답 ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

11 답 해수면의 상승_ 산업 혁명 이후 화석 연료의 사용량이 크게 늘면서 이산화 탄소 등의 온실기체가 대기 중에 많이 방출되었다. 이 때문에 지구의 기온이 상승하여 극지방의 빙하가 녹아 바다에 흘러들어가고, 해수의 온도가 올라가면서 해수면이 상승하였다.

12 답 (1) ○ (2) × (3) ○

| 개념 응용하기 |

1) 지구 온난화로 지구의 기온이 상승하고 있기 때문이다.

2) 여름철_ 여름철에는 표층에서부터 수온 약층이 형성되므로 해수의 연직 혼합이 일어나기 어렵다.

3) 지구의 기온이 올라가면 빙하가 녹아 바다로 흘러든다. 바다로 흘러든 빙하는 바닷물의 부피를 증가시키므로 해수면이 상승한다.

4) 예시_ 물고기를 지나치게 많이 잡지 않도록 어획량을 제한하여 적절한 수를 유지하고, 새끼가 번식하는 기간에는 물고기를 잡지 않는 금어기를 둔다.

용어 정리와 찾아보기



ㄱ



가마솥

가스 수화물

공변세포

그물맥

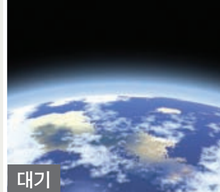
끓음

나란히맥

ㄴ

ㄷ


뉴턴

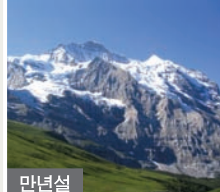

대기

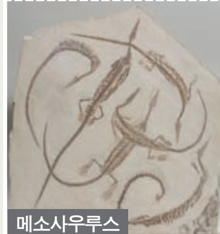

대륙 빙하


드라이아이스



로켓


만년설


메소사우루스

ㄹ

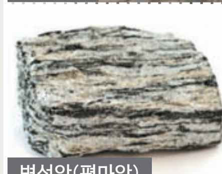
ㅁ

ㅂ

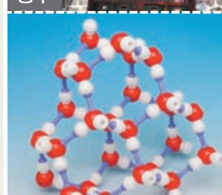

바다 목장


반도체

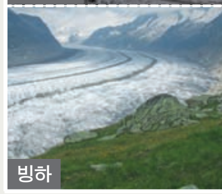

배기가스


변성암(편마암)


봉수


분자 모형


빙퇴석


빙하

ㅅ

새집증후군 건물을 지을 때 사용한 여러 가지 화학 물질의 확산 때문에 느끼는 두통, 피로감, 가려움증, 현기증 등의 증상 ● 246

생물 자원 인간이 생활하는 데 필요한 동물과 식물 ● 338

생장점 세포 분열이 일어나 새로운 세포가 계속 만들어지는 곳 ● 171

생활용수 일상생활에서 사용하는 물 ● 308

샤를 법칙 압력과 기체의 양이 일정할 때, 기체의 부피는 온도가 1℃ 증가할 때마다 0℃일 때 부피의 $\frac{1}{273}$씩 증가한다는 법칙 ● 264

선사 시대 문헌 사료가 전혀 존재하지 않는 시대. 석기 시대와 청동기 시대를 말한다. ● 12

섭씨온도 1기압에서 물이 어는 온도를 0℃, 물이 끓는 온도를 100℃로 정하여 수치로 나타낸 것 ● 199

세포 생물체를 이루는 기본 단위. 영국의 훅이 직접 만든 현미경으로 코르크 조각을 관찰하여 발견함. ● 147

세포막 세포를 둘러싸는 막. 세포 내부를 보호하고, 여러 가지 물질이 출입함. ● 148

세포벽 식물 세포의 세포막을 둘러싸는 두껍고 단단한 벽 ● 151

세포 소기관 세포 속에 있는 작은 기관. 각각 다른 생명 활동이 일어난다. ● 147

세포질 세포의 내부를 채우고 있는 물질로서, 여러 가지 소기관을 가짐. ● 149

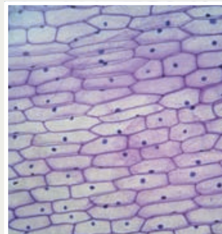
센서 감지기와 같은 말로 소리, 빛, 온도 등을 검출하는 장치 ● 103

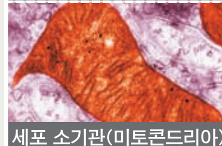
셀룰로스 식물 세포벽의 주성분 ● 151

속력 일정한 시간 동안 물체가 어느 정도의 거리를 이동했는지 나타낸 것 ● 121

수권 모든 물이 분포하는 영역 ● 30, 37

수렴 경계 판과 판이 서로 만나 충돌하거나 한쪽이 다른 쪽의 밑으로 들어가는 경계 ● 82


세포(양파의 표피 세포)


세포 소기관(미토콘드리아)


수염뿌리(파)


수은


시추


식물 공장


식물의 생식 기관(꽃)

수염뿌리 거의 비슷한 모양과 굵기의 가는 뿌리가 함께 뻗어 나와 있는 뿌리 ● 173

수온 약층 혼합층 아래, 수온이 급격하게 낮아지는 층 ● 328

수은 상온에서 액체 상태로 존재하는 은색의 금속 원소 ● 255

수자원 지구 상의 자연수 중에서 자원으로서 이용 가능한 물 ● 308

수자원 총량 비나 눈으로 내리는 연평균 강수량 ● 309

습곡 산맥 습곡 작용으로 생긴 산맥 ● 77

습도 공기의 습한 정도. 일반적으로 습도라고 하면 상대 습도를 말함. 현재의 수증기량이 포화 수증기량에 가까울수록 습도는 높아짐. ● 247

승화 고체가 액체 상태를 거치지 않고 바로 기체 상태로 변하는 현상, 또는 기체가 바로 고체 상태로 변하는 현상 ● 278

승화열 고체가 기체로 승화할 때 흡수하거나 기체가 고체로 승화할 때 방출하는 열에너지 ● 288

시간 기록계 일정한 시간 간격으로 종이 테이프에 점을 찍어 물체의 속력 변화를 알 수 있게 하기 위하여 만든 기기 ● 128

시추 지각 내부의 석유·천연가스·온천·지하수 등을 채취하기 위해 지각 속에 구멍을 뚫는 일 ● 66

식물 공장 도심지의 빌딩 안에서 채소를 대량 생산하는 곳 ● 179

식물 세포설 1838년 슐라이덴은 모든 식물이 세포로 이루어져 있다고 주장 ● 147

식물의 생식 기관 식물의 꽃 ● 155

식물의 영양 기관 식물의 잎, 줄기, 뿌리 ● 155

심성암 마그마가 지하 깊은 곳에서 천천히 식어 굳어진 암석 ● 59

심층 순환 깊은 바닷속에서의 해수 순환 ● 336

심층 해류 깊은 바닷속에서 천천히 흐르는 해류 ● 336

심해층 수온 약층 아래, 수온이 낮고 변화가 거의 없는 층 ● 328



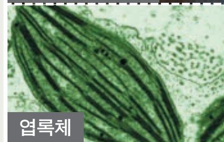
ㅇ


쌍떡잎식물(완두)


쓰나미


열기구


열팽창(금문교)

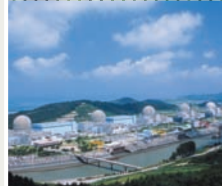

엽록체


엽리(편암)

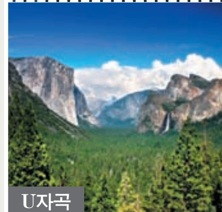

온도


온실

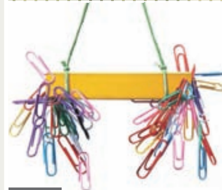

외떡잎식물(참나리)


원자력(원자력 발전소)


유빙


U자곡


잎맥(콩)


자성


전도(다림질)


주춧돌

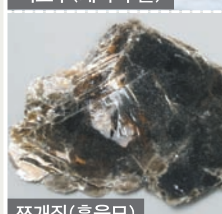
ㅈ

ㅊ

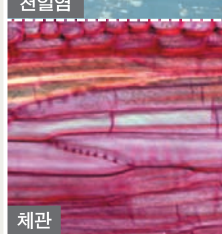

지권(토양)


지열 에너지


지표수(계곡의 물)


쪼개짐(흑운모)


천일염


체관


층리


태양 전지판

ㅋ

ㅌ

ㅍ

파란색 장미꽃 생명 공학적인 방법으로 청색 유전자를 넣어 만든 장미꽃 ● 153

판 지각과 일부의 상부 맨틀을 합한 단단한 암석권의 한 조각 ● 76

판 구조론 지구 표면의 여러 개 판들의 움직임으로 새로운 암석권과 화산 활동, 지진들이 일어난다는 이론 ● 75

폐열 쓰고 난 후 버려지는 열 ● 231

표층 순환 표층 해류가 일정한 시간이 지난 후에 다시 제자리로 돌아오는 현상 ● 334

표층 해류 바다의 표면 가까이에서 일정한 방향으로 흐르는 해류 ● 333

표피 조직 잎의 앞면과 뒷면을 싸고 있는 한 겹의 세포층 ● 160

프레온 가스 클로로플루오로탄소(CFC)가 대표적이며, 냉장고의 냉매나 스프레이의 분무제 등에 사용되어 오존층을 파괴하는 물질 ● 246

프레임 동영상을 구성하는 하나의 정지 화면 ● 124

ㅎ

한류 고위도의 차가운 바닷물이 저위도로 이동하는 해류 ● 337

합력 둘 이상의 힘이 동시에 작용할 때와 똑같은 효과를 나타내는 하나의 힘 ● 112

항생제 미생물의 발육을 억제하거나 사멸시키는 물질 ● 22

해구 대륙 사면과 심해저의 경계를 따라 형성된 V자형의 깊은 골짜기로 해양에서 가장 깊은 곳 ● 77

해령 해양저 중앙에 높이 솟은 산맥 ● 77

해류 일정한 방향으로 일정한 속도를 가지고 유동하는 바닷물의 흐름 ● 38, 333

해면 조직 잎에서 엽록체가 들어 있는 세포들이 엉성하게 배열되어 있는 부분 ● 161

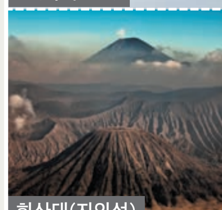
해수 바다에 분포하는 물 ● 37


파란색 장미꽃

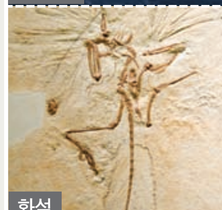

해수

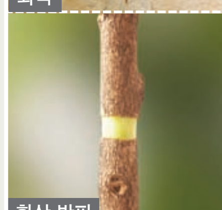

호상 열도


혼(마터호른)


화산대(자와섬)


화산재


화석


환상 박피

해양판 해양 지각을 포함하는 판 ● 76

해저 확장설 해령의 틈에서 마그마가 분출하여 새로운 해양 지각이 생겨나서 확장되어 간다는 이론 ● 75

해풍 바다에서 육지로 불어오는 바람 ● 217

핵 생명 활동에 필요한 정보가 들어 있으며, 세포의 생명 활동을 조절한다. ● 148

핵 철, 니켈 등의 금속 물질로 이루어진 지하 2900 km부터 지구 중심까지의 부분 ● 70

행성 중심 별의 강한 인력에 의해 타원 궤도를 그리며 중심 별의 주위를 도는 천체 ● 103

호기심 동물이나 인간에게서 발견되는 행동으로서, 무엇이든 알고 싶어 하는 감정 ● 12

혼 빙하가 흘러내리면서 산 정상부를 깎아 만든 날카로운 봉우리 ● 315

혼합층 수온이 높고 일정하게 나타나는 해수면 부근의 층 ● 328

화산 용암, 화산 쇄설물 등으로 만들어진 산 ● 81

화산대 일정한 지질 시대에 분출된 화산이 집중적으로 배열된 지대 ● 81

화산암 마그마가 지표 위로 나오거나 지표 가까운 곳에서 식어 굳어진 암석 ● 59

화산재 화산 활동으로 분출된 막대한 양의 돌 파편 부스러기 가운데 크기가 0.25 ~ 4 mm 정도인 작은 알갱이 ● 74

화석 지질 시대에 퇴적암 안에 퇴적물과 함께 퇴적된 동·식물의 유해나 흔적 ● 61

화성암 지하 깊은 곳에서 만들어진 마그마가 지표로 흘러나오거나 지하에서 식어 굳어진 암석 ● 56

화학 변화 물질이 갖는 원래의 성질을 잃어버리고 다른 성질을 갖는 새로운 물질이 생기는 변화 ● 279

확산 분자들이 스스로 움직여 퍼져 나가는 현상 ● 244

환상 박피 줄기의 껍질을 둥글게 벗겨 내는 것 ● 167

황해 난류 우리나라 남쪽에서 갈라져 황해로 올라오는 난류 ● 337

힘 물체의 속력이나 모양을 변화시키는 원인이 된다. ● 94

참고 문헌과 사진 출처



I 과학이란

사진 자료

- 10쪽 발사체 기술 연구원1 항공 우주 연구원
- 12쪽 지진파 연구원 기상청
- 16쪽 영광 원자력 발전소 한국 원자력 문화 재단
- 18쪽 금속 활자 이미지클릭
- 17쪽 발사체 기술 연구원2 항공 우주 연구원
- 25쪽 극지 연구소 깃발 극지 연구소
- 25쪽 극지 연구원들의 연구 모습1 극지 연구소
- 25쪽 극지 연구원들의 연구 모습2 극지 연구소

- 셔터스톡

8쪽(시험관), 10쪽(DNA 구조, 화학 실험, 미생물, 반도체, 과학자, 과학 선생님), 11쪽(의사, 위성 통신, 휴대 전화, 자기 공명 영상 장치), 12쪽(과학 실험, 천체 망원경, 현미경, 미생물), 13쪽(하늘), 14쪽(우주), 15쪽(과학자 모형, 영화 테잎, 영화 필름지, 영상기 삽화), 16쪽(식물 연구, 미생물 연구, 우주 개발), 17쪽(봉수대, 수동식 전화 교환기, 인력거, 증기 기관차, 인공위성), 18쪽(과학자, 나침반, 한지, 행성, 사과나무), 19쪽(증기 기관, 지층, 식물, 모닥불), 20쪽(인공위성, DNA 구조, 세포, 인공 수정, 우주인, 복제 양), 21쪽(톱니바퀴, 인터넷, 반도체, 전구), 22쪽(서울 야경, 컴퓨터, 신용카드 IC칩,휴대용 저장 장치, 백신), 23쪽(자기 공명 영상 장치, 인터넷, 품종 개량, 현미경, 디지털 배경), 24쪽(바이오 디젤)

참고 문헌 및 인용 자료

- 생활 속에 뿌리내린 겨레 과학(2006), 장보람, 푸른나무
- 민족의 얼을 지킨 겨레 과학(2007), 장보람, 푸른나무
- 과학문명의 역사1(그림으로보는)(1997), 이면우 역, 히라타 유타카, 서해문집
- 사이언스(SCIENCE), (2010), 애덤 하트 데이비드 저, 강윤재 역, 북하우스
- 눈으로 보는 세상의 모든 것(2008), 이충호 역, (주)북이십일을파소
- 첨단 기기들은 어떻게 작동되는가(2001), 사이언티픽 아메리칸 편, 김미화 외 역, (주)서울문화사

II 지구계

사진 자료

- 41쪽 엘니뇨 NASA
- 42쪽 태국 공항
- 45쪽 시화호 조력 발전소 『주간 시흥』
- 50쪽 다보탑 유로크레온
- 50쪽 흑운모 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/com
- 50쪽 장석 http://wisconsingeologicalsurvey.org
- 56쪽 인수봉 이미지클릭
- 65쪽 수원화성 이미지클릭
- 67쪽 지진파 분석 기상청

- 셔터스톡

28쪽(지구계, 지구 퍼즐), 30쪽(지구계, 지권, 수권, 기권), 31쪽(번개, 생물권, 백로), 32쪽(지구, 풀밭), 33쪽(소화계, 순환계, 호흡계, 배설계), 34쪽(백로), 35쪽(수권, 지권, 기권, 생물권), 36쪽(토양 단면, 화산, 구릉지 촌락), 37쪽(해수, 빙하, 하천수, 지하수, 하천 배경), 38쪽(비행, 기상 현상, 온실 효과, 열기구, 전리층), 39쪽(육지의 생물, 외권), 40쪽(지권, 수권, 기권, 생물권, 지구), 41쪽(화산 가스, 바닷속 생물, 증발과 강수, 폭포, 숲, 오로라), 45쪽(생명 활동, 화산 활동, 배가 있는 해변), 46쪽(지구계), 47쪽(유출 기름, 바닷속 풍경), 48쪽(지구, 광물, 암석, 지진), 49쪽(지진파, 지구, 히말라야 산맥), 50쪽(화강암, 석영), 51쪽(지구, 지각, 암석, 광물), 52쪽(석영, 암염, 흑요석), 53쪽(황철석, 황동석, 석영, 방해석, 암염), 54쪽(루비, 사파이어, 강옥, 황옥, 인회석, 형석, 석고, 석영, 방해석, 흑요석), 55쪽(반도체, 보석, 연필), 57쪽(백운대), 60쪽(응회암층, 아이슬란드 화산), 62쪽(대리암 조각상), 64쪽(퇴적암, 화성암, 변성암), 66쪽(영국 바닷가), 67쪽(CT, 시추, 화산 분출물 조사), 69쪽(자두 단면), 72쪽(지구 퍼즐), 73쪽(동북아시아), 74쪽(아이슬란드 열곡대), 77쪽(판 구조론, 지구), 80쪽(내비게이션, GPS 배경), 81쪽(자와 섬, 히말라야 산맥, 지진의 피해), 83쪽(아이슬란드 화산, 온천, 지열 발전소, 화산 분출물 연구), 84쪽(쓰촨 성 지진)

참고 문헌 및 인용 자료

- 지구의 역사(2009), 유리 카스텔프란치 외 1저, 세용출판
- A Closer Look Science 6(2008), Macmiillan/McGraw-Hill
- Geosystems(2001), Robert W. Christopherson 저, Prentice Hall
- Essentials of Geology(2006), Reed Wicande, James S. Monore, Thomson Brooks/Cole
- Science 6(2006), Harcourt school Publishers
- Earth Science 10th edition(2002), Edward J. Tarbuck 외 저, Prentice Hall
- Science(2005), Lucy H. Daniel 외 저, MACMILLAN McGRAW－HILL
- Science Explorer Indiana grade 7(2005), Prentice Hall

III 힘과 운동

사진 자료

- 99쪽 뉴턴의 사과나무, 힘겨루기 활동, 전자 악력계, 연구소 전경 한국 표준 과학 연구원

- 뉴스뱅크이미지 ________

  105쪽(자기 부상 열차), 129쪽(배드민턴)

- 셔터스톡 ________

  90쪽(파도타기, 뉴턴, 지구와 달), 92쪽(지구), 93쪽(자기력, 완력기, 등산, 개썰매), 94쪽(야구 배트와 야구공), 95쪽(야구), 96쪽(양궁), 97쪽(대기, 빗방울), 101쪽(광고판, 현가장치), 102쪽(스카이다이버), 103쪽(천체 운동, 스마트폰), 105쪽(나침반), 107쪽(번지 점프, 장대높이뛰기, 침대), 108쪽(개구리), 110쪽(개썰매), 115쪽(개썰매), 116쪽(다리), 117쪽(아치교), 120쪽(풍경, 말, 자전거), 121쪽(산책로, 빛, 여객기, 돌고래, 사람, 달팽이, 치타, 소리, 국제 우주 정거장), 122쪽(달리는 자동차), 123쪽(컨베이어 벨트), 126쪽(스키), 130쪽(자동차 경주), 132쪽(아이스하키), 138쪽(운동화 바닥, 용수철, 책, 컨베이어 벨트), 139쪽(농구공)

- 유로크레온 ________

  95쪽(스케이트 선수)

- 이미지클릭 ________

  96쪽(농구), 117쪽(아치교), 141쪽(철봉에 매달리기, 새총)

- 토픽이미지 ________

  136쪽(자동차 충격 실험)

참고 문헌 및 인용 자료

- 힘과 운동 뛰어넘기(속보이는 물리), 한국 물리학회
- 제1장 힘이라고 다 같은가?, 동아 사이언스(2008)
- 물리 법칙으로 이루어진 세상, 정갑수, 양문

MBL 실험 장치 제공

- 한국 과학 진흥 상사
- 한국 사이언스 스타

IV 광합성

사진 자료

- 142쪽 잉엔하우스 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Jan_Ingenhousz.jpg
- 154쪽 엽육 세포 Scott Foresman Science 6(2006), Dr. Timothy Cooney 외 13저, Pearson Education
- 168쪽 물을 저장하는 줄기(선인장) BBC, Planet Earth P05, Deserts(2006)
- 170쪽 민둥산(위)에 나무를 심어 달라진 모습(아래) 산림청(http://www.forest.go.kr)
- 177쪽 고엽제에 의해 황폐화된 밀림 http://www.kaovasj.com/data/file/03_02/991344164_55ca7ece_005.jpg
- 186쪽 바나나의 열매에 저장된 녹말 未来ひろがるサイエンス2 分野上(2006), 啓林館
- 193쪽 당귀 http://cfs11.blog.daum.net/image/1/blog/2008/05/29/23/11/483eb9a5e0923 filename=IMG_0557(C－750).jpg

- 굿이미지 ________

  375쪽(세포 소기관)

□ 농촌진흥청

146쪽(벼를 수확하는 농부), 179쪽(그림 ❶, 그림 ❷, 식물 공장에서 채소를 대규모로 재배하는 모습, 배경 그림)

□ Science Photo Library

152쪽(체관 세포)

□ 셔터스톡

142쪽(대왕판다), 144쪽(배경 나무, 줄기, 잎), 146쪽(블록으로 만든 성, 블록 조각, 먹이를 모으는 다람쥐), 147쪽(짚신벌레, 양파의 표피 세포, 광학 현미경), 149쪽(코알라), 150쪽(봄철의 나뭇잎, 배경의 단풍나무), 152쪽(배경의 나뭇가지, 식물), 153쪽(배경의 장미, 파란색 장미꽃, 도라지꽃), 155쪽(식물의 모식도, 나뭇잎, 청바지), 156쪽(태양 전지, 햇빛을 이용한 가로등) 160쪽(배경의 식물 잎), 162쪽(외떡잎식물인 옥수수의 잎, 가시로 변한 선인장의 잎, 수분을 저장하는 채송화의 다육잎, 곤충을 잡는 끈끈이주걱의 벌레잡이잎, 배경의 수련), 163쪽(상단의 잎맥), 168쪽(나팔꽃, 담쟁이덩굴, 딸기), 170쪽(강한 바람에 쓰러진 나무), 171쪽(하단의 식물), 172쪽(하단의 나무), 173쪽(배경의 겨우살이), 174쪽(아마존, 엽록체, 이산화 탄소), 175쪽(녹말, 산소), 177쪽(배경의 감자밭, 감자), 178쪽(잎 표피의 공변세포, 줄기의 엽록체), 182쪽(아마존), 184쪽(몰디브), 185쪽(인공 나뭇잎), 186쪽(감자의 땅속줄기에 저장된 녹말), 187쪽(독수리, 쥐, 메뚜기, 벼, 세렝게티 국립 공원), 188쪽(그림의 배경으로 쓰인 나무), 192쪽(태양 전지, 식물)

□ 이미지클릭

150쪽(액포, 잎의 엽록체), 152쪽(적혈구, 신경 세포), 157쪽(햇빛을 향해 굽어 자라는 식물), 160쪽(전자 현미경으로 본 잎의 단면), 162쪽(다른 물체를 감는 완두의 덩굴손), 171쪽(뿌리의 단면), 173쪽(풍란, 겨우살이), 186쪽(바나나), 187쪽(칡뿌리), 189쪽(고랭지 무)

□ 유로크레온

147쪽(백혈병 환자의 혈구), 164쪽(매미), 166쪽(줄기에 붙어 있는 진딧물), 170쪽(용비어천가), 186쪽(배경의 감자 요리)

□ 토픽이미지

169쪽(서울 숭례문, 금강 소나무), 189쪽(고랭지 배추, 고랭지 배추밭 배경 그림)

참고 문헌 및 인용 자료

□ 광합성 소년(2010), 존 레이놀즈 가디너, 책과콩나무
□ 과학 향기(http://psent.ndsl.kr)
□ 통계청(http://www.index.go.kr)

MBL 실험 장치 제공

□ 한국 과학 진흥 상사

V 열과 우리 생활

사진 자료

□ 226쪽 빙하 토픽이미지
□ 227쪽 운동하는 학생 이미지클릭

□ 셔터스톡

194쪽(모닥불, 켈빈), 196쪽(나무, 온도계), 197쪽(다리미, 구름, 지구와 태양), 199쪽(액체 질소, 북극 지방, 살얼음, 끓는 물, 용광로, 온도계), 200쪽(끓는 물, 얼음), 201쪽(남극 펭귄, 북극곰), 202쪽(온도계, 온천), 208쪽(다리미, 프라이팬), 209쪽(끓는 물, 지구 대기 순환), 210쪽(건축물의 복사 에너지, 태양 복사 에너지), 211쪽(아궁이), 212쪽(불, 냄비, 뚝배기), 213쪽(철로 이음새, 교각 이음새, 이중창, 에어컨, 보온병), 214쪽(뚝배기), 216쪽(물, 식용유, 알루미늄 캔, 유리, 모래, 철, 구리, 은), 217쪽(해변), 218쪽(보일러), 219쪽(가마솥), 220쪽(철로, 철로 이음새, 바이올린), 221쪽(유리, 알루미늄, 철, 구리), 222쪽(열기구), 223쪽(에펠탑, 금문교, 다리의 이음새), 224쪽(전신주1, 전신주2), 225쪽(전열기, 전기밥솥, 전기다리미), 227쪽(사막 여우, 뱀, 개구리, 북극 여우), 228쪽(금속 냄비, 프라이팬), 230쪽(양, 거실, 보온병), 231쪽(자동차 내부, 공기 순환), 232쪽(홍수 피해, 가뭄)

□ 유로크레온

205쪽(체온 측정), 218쪽(전통 가옥), 219쪽(가마솥), 231쪽(열병합 발전소)

□ 뉴스뱅크이미지

199쪽(체온 측정), 200쪽(겨울 옷)

참고 문헌 및 인용 자료

□ 기상청 http://www.kma.go.kr
□ College Physics(2007), Giambattista, 김용은 역, 북스힐

- 수학 없는 물리(2010), Paul G. Hewitt, 김인묵 외 역, Pearson Education Korea

VI 분자 운동과 상태 변화

사진 자료

- 246쪽 오존층의 파괴 Chemistry(2012), John E. McMurry 외 2저, Pearson Prentice Hall
- 251쪽 조향사 LG 조향사 김병현 제공
- 252쪽 동파 방지용 수도 계량기 서울특별시 상수도 사업 본부
- 275쪽 고깃국의 기름 http: //www.happy-maya.com
- 279쪽 한국 최초의 우주인 한국 항공 우주 연구원
- 279쪽 한국식 우주 식품 한국 항공 우주 연구원

- 셔터스톡

238쪽(화산 지역), 240쪽(숲, 소금 사막), 246쪽(향기 나는 오일, 새집증후군), 247쪽(알뿌리 식물), 249쪽(염전, 향수, 보습용 화장품, 풍선으로 만든 여러 가지 동물 모양), 254쪽(못박기, 모래사장 위에 손 모양 찍기), 259쪽(펌프식 용기, 잠수부, 풍선), 267쪽(자동차 타이어의 압력 측정, 열기구), 270쪽(호수, 자동차 경주), 271쪽(음료수, 감자 튀김), 272쪽(눈, 가뭄, 얼음, 세계지도), 273쪽(물, 끓는물, 풍선), 274쪽(고드름, 초콜릿), 275쪽(음료수, 아이스크림, 버터, 땜납), 277쪽(어항, 과일 껍질, 땀, 음료수 병, 이슬), 278쪽(성에, 눈사람, 서리, 드라이아이스), 279쪽(오렌지, 썩은 오렌지), 280쪽(분무기), 281쪽(빙하), 283쪽(눈), 285쪽(분자 모형), 286쪽(코끼리), 289쪽(분수, 얼음 조각, 음료수, 알코올, 뷰테인 가스), 291쪽(겨울 호수, 북극, 스팀 난방, 스팀 오븐), 294쪽(옥수수, 팝콘), 297쪽(잔디밭), 301쪽(공연장)

- 유로크레온

247쪽(어항), 289쪽(열)

- 이미지클릭

249쪽(랩을 씌운 떡), 252쪽(겨울 풍경), 275쪽(용광로, 초), 277쪽(소줏고리), 278쪽(황태), 301쪽(석빙고)

- 토픽포토

241쪽(풍선 든 아이), 275쪽(냇가)

- 뉴스뱅크이미지

246쪽(마약 탐지견), 252쪽(동파된 수도 계량기), 286쪽(얼음과자)

참고 문헌 및 인용 자료

- 학생을 위한 화학과 화학자 이야기(2007), 강건일, 참 · 과학
- Chemistry(2012), John E. McMurry 외 2저, Pearson Prentice Hall
- 조선일보(2011. 08. 16)
- Bettelheim's introduction to General, Organic, and Biochemistry(2007), Fredrick A. Bettelheim 외 3저, Thomson Brooks/Cole, a part of The Thomson Corporation

VII 수권의 구성과 순환

사진 자료

- 302쪽 아라온 호 극지 연구소
- 317쪽 시추 연구 극지 연구소
- 319쪽 극지 연구원들의 연구 모습 2개 극지 연구소
- 324쪽 CTD, 온누리호 한국 해양 연구원
- 338쪽 갯벌 조개 이미지클릭

- 셔터스톡

302쪽(폭포), 304쪽(호수, 강, 바다, 북극곰), 305쪽(북극곰, 사해, 빙상), 306쪽(북극에서 본 지구, 폭포, 바다, 빙하, 지하수), 307쪽(강, 호수의 물, 대기 중의 물), 308쪽(세렝게티 국립공원, 폭포, 유지용수, 농업용수, 공업용수), 309쪽(낙수), 310쪽(습지, 정화 시설), 312쪽(곡빙하, 북극곰, 대륙 빙하, 곡빙하), 313쪽(그린란드, 눈조각, 얼음 결정, 만년설, 빙하), 314쪽(빙하의 이동 속도, 크레바스), 315쪽(극지방, 유빙, 권곡, 마터호른, 알래스카, 빙퇴석, 찰흔), 318쪽(투발루), 319쪽(빙하), 322쪽(사해), 323쪽(파도), 328쪽(심해), 330쪽(파도, 병에 담긴 편지, 범선), 331쪽(바닷속 물고기, 바닷속 생물, 조류 발전), 332쪽(바닷가), 338쪽(연안 어업, 가두리 양식장), 339쪽(지하자원, 조류 발전), 340쪽(폐사된 산호, 몰디브, 바닷속), 341쪽(황제펭귄, 혹등고래), 343쪽(바닷가, 환경 보호), 344쪽(게, 전복, 해안 쓰레기), 345쪽(갈매기)

참고 문헌 및 인용 자료

- 해양학(3rd Edition,), Tom Garrison, 강효진 외 6역, Cengage Learning
- 해양학(2010), Jennifer Hoffman, 김미정 역, BooksHill
- Newton Highlight 물의 사이언스(2010), 강금희 역, (주)뉴턴코리아

집필진(집필 단원)

이상인 (Ⅳ) 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업 / 서울대학교 대학원 생물교육과 졸업(석사) / (현) 강일고등학교 교사

조봉제 (Ⅲ) 서울대학교 사범대학 물리교육과 졸업 / 서울대학교 대학원 물리교육과 졸업(박사) / (현) 송파공업고등학교 교사

전병희 (Ⅴ) 서울대학교 사범대학 물리교육과 졸업 / 서울대학교 대학원 물리교육과 졸업(석사) / (현) 현대고등학교 교사

남경식 서울대학교 사범대학 물리교육과 졸업 / 서울대학교 대학원 물리교육과 졸업(박사) / (현) 세종과학고등학교 교사

황성용 (Ⅵ) 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업 / (현) 한성과학고등학교 교사

김영호 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업 / (현) 신목고등학교 교사

어진영 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업 / 서울대학교 대학원 화학교육과 졸업(석사) / (현) 서울과학고등학교 교사

노동규 (Ⅵ) 서울대학교 사범대학 화학교육과 졸업 / (현) 인창고등학교 교사

김규태 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업 / 서울대학교 대학원 생물교육과 졸업(석사) / (현) 서울과학고등학교 교사

백승용 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업 / 서울대학교 대학원 생물교육과 졸업(석사) / (현) 서울과학고등학교 교사

김찬우 서울대학교 사범대학 생물교육과 졸업 / 연세대학교 교육대학원 공통과학교육과 졸업(석사) / (현) 서울사대부설여자중학교 교감

김영귀 (Ⅰ, Ⅱ) 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업 / (현) 신목고등학교 교사

박래원 (Ⅱ) 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업 / (현) 노일중학교 교사

신석주 (Ⅶ) 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업 / 한국교원대학교 교육대학원 지구과학교육과 졸업(석사) / (현) 구일고등학교 교사

권오성 (Ⅶ) 서울대학교 사범대학 지구과학교육과 졸업 / 한국교원대학교 교육대학원 지구과학교육과 졸업(석사) / (현) 독산고등학교 교사

인정심의진

• 기초조사 위원

박평란 경복여자고등학교 교사
이화영 개봉중학교 교사
양미란 창천중학교 교사
정부근 동국대학교 부설고등학교 교사

• 본심사 위원

김원숙 장원중학교 교장
이인덕 문창중학교 교사
배영아 이화여자외국어고등학교 교사
이창수 봉화중학교 교사
서재헌 상원중학교 교사
조용헌 풍문여자고등학교 교사

※ 이 도서는 '한국과학창의재단'에서 감수를 실시하였음.

만든 사람들

개발 책임 우상원
편집 김영우, 김용하, 김혜연, 목진재, 서희정, 손익희, 신선미, 유미현, 이근표, 이윤신
디자인 선앤미디어
실험 동영상 최은정
전자저작물 상록영상
소품 (주)사이언스스타
MBL (주)한국과학
삽화 김기권, 김윤희
사진 다흥스튜디오
컷 김상준, 이도훈, 추교중

서울특별시교육청에서 2012년 8월 31일 인정 승인을 하였음.

중학교 과학 ①

2013. 3. 1. 초판 발행 정가 원
지은이: 이상인 외 14인
발행인: (주)지학사 서울시 마포구 신촌로 6길 5
인쇄인: (주)벽호 경기도 파주시 한빛로 43

교과서에 대한 문의 사항이나 의견이 있는 분은 교육과학기술부와 한국교과서연구재단이 운영하는 '교과서민원바로처리센터(전화: 1566-8572, 웹사이트 주소: http://www.textbook114.com 또는 http://www.교과서114.com)'에 문의하여 주시기 바랍니다.

내용 관련 문의: (주)지학사 콘텐츠본부 과학팀 전화 02-330-5470 전송 02-325-8009
공급 업무 대행: 사단법인 한국검정교과서 서울시 강서구 공항대로 395 기도빌딩 4~5F
개별 구입 문의: 홈페이지 주소 http://www.ktbook.com 02-3663-5409~12 (한국검정교과서)
홈페이지 주소 http://www.jihak.co.kr 02-330-5302 (주)지학사